



(51) 国際特許分類6 B22D 17/30	A1	(11) 国際公開番号 WO98/23403  (43) 国際公開日 1998年6月4日(04.06.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/04348 (22) 国際出願日 1997年11月28日(28.11.97) (30) 優先権データ 特願平8/317314 1996年11月28日(28.11.96) JP 特願平9/324294 1997年11月26日(26.11.97) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 宇部興産株式会社(UBE INDUSTRIES, LTD.)(JP/JP) 〒755 山口県宇部市西本町1丁目12番32号 Yamaguchi, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 安達 充(ADACHI, Mitsuru)(JP/JP) 佐藤 智(SATO, Satoru)(JP/JP) 原田康則(HARADA, Yasunori)(JP/JP) 川崎 隆(KAWASAKI, Takashi)(JP/JP) 〒755 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地 宇部興産株式会社 機械・エンジニアリング事業本部内 Yamaguchi, (JP)		(74) 代理人 弁理士 丸岡政彦(MARUOKA, Masahiko) 〒112 東京都文京区後楽2丁目3番11号 宇野ビル3階 Tokyo, (JP) (81) 指定国 CA, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書

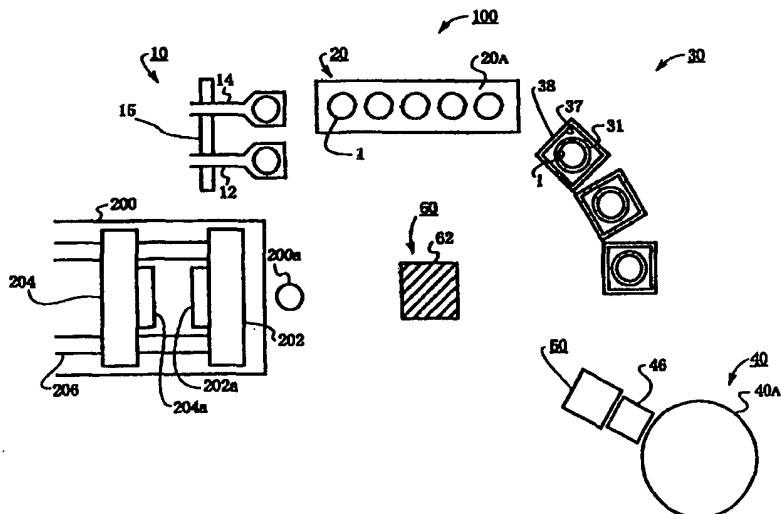
(54) Title: APPARATUS FOR PRODUCING METAL TO BE SEMIMOLTEN-MOLDED

(54) 発明の名称 半熔融成形用金属の製造装置

(57) Abstract

An excellent molded article having a fine and spherical tixotropic structure is mass-produced automatically, continuously, conveniently and easily at a low production cost without using a conventional mechanical agitation method and electromagnetic agitation method. An apparatus for producing a metal which is semimolten-molded and has a uniform temperature distribution and in which fine primary crystals are dispersed in the liquid phase, comprises a molten metal feeding section which comprises a melting furnace for melting and holding a metal and a molten metal feeder for drawing up a molten metal inside the melting furnace, adjusting its temperature to a predetermined temperature and then supplying it to a container, a nucleus producing section for producing crystal nuclei in the molten metal supplied from the feeder into the container, a crystal growing section for cooling the metal

obtained from the nucleus producing section to a molding temperature at which the metal is in a solid-liquid coexisting state to a target molding temperature range, a container heating section for adjusting the temperature of an empty container, a container preparation section for discharging the semimolten metal by turning upside down the container and then cleaning the inner surface of the container, and a container conveyor section equipped with an automation apparatus inclusive of a robot for conveying and loading the semimolten metal obtained from the nucleus producing section into an injection sleeve of a molding machine.



(57) 要約

従来の機械攪拌法や電磁攪拌法によらず、自動的かつ連続的に、簡便容易に、かつ、低コストで、微細かつ球状のチクソ組織を有する優れた成形体を大量に生産する。

微細な初晶が液相中に分散した均一な温度分布を有する半熔融成形用金属の製造装置であって、金属を溶解保持する溶解炉と該溶解炉内の溶湯を汲み取り所定の温度にした後に保持容器に給湯する給湯機からなる溶湯給湯部と、該給湯機から該保持容器内に供給される溶湯中に結晶核を発生させる核生成部と、該核生成部により得られた金属を固液共存状態の成形温度まで冷却しつつ目標成形温度範囲内に収めるように温度調整する結晶生成部と、空の保持容器の温度を調整する保持容器加熱部と、保持容器を天地逆転して反転させることにより半熔融金属を排出した後の保持容器の内面を清浄化する保持容器準備部と、前記核生成部により得られた半熔融金属を成形装置の射出スリーブに搬送挿入するロボットを含む自動化装置を備えた容器搬送部とで構成した半熔融成形用金属の製造装置である。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード (参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AT	オーストリア	GB	ガボン	LV	ラトヴィア	TD	チャド
AU	オーストラリア	GE	英国	MC	モナコ	TG	トーゴ
AZ	アゼルバイジャン	GH	グルジア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BB	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BE	ベルギー	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BF	ブルキナ・ファソ	GW	ギニア・ビサウ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MW	モザンビーク	US	米国
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CA	カナダ	IL	イスラエル	NE	ニジェール	VN	ウイエトナム
CF	中央アフリカ	IS	アイスランド	NL	オランダ	YU	ユーゴスラヴィア
CG	コンゴ共和国	IT	イタリア	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CH	スイス	JP	日本	NZ	ニュージーランド		
CI	コートジボワール	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CM	カメルーン	KG	キルギス	PT	ポルトガル		
CN	中国	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
CO	コロンビア	KR	韓国	RU	ロシア		
CY	キプロス	KZ	カザフスタン	SD	スーダン		
CZ	チェコ	LC	セントルシア	SE	スウェーデン		
DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール		
DK	デンマーク	LR	リベリア	SI	スロベニア		
EE	エストニア	LS	レソト	SK	スロヴァキア		
	スペイン			SL	シエラ・レオネ		

## 明 細 書

## 半溶融成形用金属の製造装置

## 技術分野

- 5 本発明は半溶融成形用金属の製造装置に係り、特に、極めて簡便容易に半溶融成形に適した微細な初晶が液相中に分散した均一な温度分布を有する半溶融金属が得られる半溶融成形用金属の製造装置に関する。

## 背景技術

- 10 チクソキャスト法は、従来の鑄造法に比べて鑄造欠陥や偏析が少なく、金属組織が均一で、金型寿命が長いことや成形サイクルが短いなどの利点があり、最近注目されている技術である。この成形法（A）において使用されるピレットは、半溶融温度領域で機械攪拌や電磁攪拌を実施するか、あるいは加工後の再結晶を利用することによって得られた球状化組織を特徴とするものである。

- 15 これに対して、従来鑄造法による素材を用いて半溶融成形する方法も知られている。これは、たとえば、等軸晶組織を発生しやすいマグネ合金においてさらに微細な結晶を生じせしめるためにZrを添加する方法（B）や炭素系微細化剤を使用する方法（C）であり、またアルミ合金において微細化剤としてAl－5％Ti－1％B母合金を従来の2倍～  
20 10倍程度添加する方法（D）であり、これら方法により得られた素材を半溶融温度域に加熱し初晶を球状化させ成形する方法である。

また、固溶限以内の合金に対して、固相線近くの温度まで比較的急速に加熱した後、素材全体の温度を均一にし局部的な溶融を防ぐために、固相線を超えて材料が柔らかくなる適当な温度まで緩やかに加熱して成

形する方法（E）が知られている。また、傾斜冷却板に700℃程度のアルミニウム溶湯を流し、半溶融アルミニウムを得、容器に集めて冷却する方法（F）が知られている。

5 一方、ビレットを半溶融温度領域まで昇温し成形する方法と異なり、球状の初晶を含む融液を連続的に生成し、ビレットとして一旦固化することなく、そのままそれを成形するレオキャスト法（G）が知られている。また、冷却体および傾斜冷却体に溶融金属を接触させて得られた少なくとも一部が固液共存状態である金属を半溶融温度域に保持することによりレオキャスト用スラリーを得る方法（H）が知られている。

10 さらに、ビレットケースに収容された溶湯に容器外部から、あるいは、容器の中に直接、超音波振動を付与しながら冷却して半凝固ビレットを製造し、ビレットケースから該半凝固ビレットを取り出し、そのまま成形するか、さらに高周波誘導装置にて再加熱して成形する鑄造装置（I）が知られている。

15 しかしながら、上述した（A）の方法は攪拌法や再結晶を利用する方法のいずれの場合も煩雑であり、製造コストが高くなる難点がある。また、マグネ合金においては（B）の場合には、Zrが高くコスト的に問題であり、（C）の方法では、炭化物系微細化剤を使用してその微細化効果を十分に発揮させるためには、酸化防止元素であるBeを、たとえば、7ppm程度に低く管理する必要がある、成形直前の加熱処理時に酸化燃焼しやすく、作業上不都合である。

20 一方、アルミニウム合金においては、結晶粒径は、単に微細化剤を添加するだけでは500μm程度であり、200μm以下の微細な結晶粒の組織を得ることは容易ではない。このため、多量に微細化剤を添加する方法（D）があるが、微細化剤が炉底に沈降しやすく工業的には難しく、かつコストも高い。さらに（E）の方法では、固相線を超えてから

25

緩やかに加熱して素材の均一加熱と球状化を図ることを特徴とするチクソ成形法が提案されているが、通常のデンドライト組織を加熱してもチクソ組織（初晶デンドライトが球状化されている）には変化しない。

（F）の方法では、簡便に球状粒子の組織を示す半熔融アルミニウムを得ることが出来るが、そのまま成形するための条件は整っていない。しかも（A）～（F）のいずれの場合も、チクソ成形法によって半熔融成形するためには、一旦液相を固化しそのビレットを再度半熔融温度領域まで昇温する必要がある、従来鑄造法に比べてコスト高になり、また原料としてのビレットはリサイクルが難しく、また液相率もビレットのハンドリング上の問題から高くできない。

また、（G）の方法では、球状の初晶を含む融液を連続的に生成供給するため、コスト的、エネルギー的にもチクソキャストよりも有利であるが、球状組織と液相からなる金属原料を製造する機械と最終製品を製造する鑄造機との設備的連動が煩雑である。具体的には、鑄造機械が故障した場合、半熔融メタルの処置が困る。

また、（H）の方法では、次のような問題点がある。冷却体に接触させた後半熔融温度域に所定の時間保持することになっているが、一旦凝固させてビレットとした後再加熱後成形することを特徴とするチクソキャスト法と異なり、所定の時間保持後の半熔融金属をそのまま成形する場合、工業的な連続運転を考えた時、短時間で成形に適した所定の液相率を示す温度分布の良い合金を得る必要がある。しかし、単に保持するだけでは成形に適した球状初晶と液相率と温度分布を有するレオキャスト用の半熔融金属を得ることはできないし、また、急速に冷やせば温度分布は悪くなる。また、冷却体に溶湯を接触させると、該冷却体に凝固物が残ったり、保持容器に残ったりして連続運転ができない。

（I）の方法では、容器内溶湯を冷却するための容器を使用するが容

器内の金属の上部、下部は中央部に比べて冷えやすく均一な温度分布を有する半凝固ビレットを得ることは難しい。このため、そのまま成形すれば不均一な組織の成形体を得られる。しかも、一旦ビレットケースから取り出された段階での半凝固ビレットの温度は該ビレットの元の形態を維持する必要があるところから半凝固ビレットの液相率は50%を超えることは困難であり、40%程度の液相率にならざるを得ず、このため、ダイキャストによる成形には射出条件等に工夫が必要である。また、仮に一旦40%未満の液相率になった該ビレットを高周波誘導装置で再加熱しても同様に50%を超えることは困難であるから成形には射出条件等に工夫が必要である。また一度できた該半凝固ビレット内の温度の大きな不均一を解消するためには時間がかかるため、高周波装置の出力もチクソ成形の場合に近い高い出力が一時的にはあるが必要であり、また高サイクルの連続生産のためには高周波誘導装置を多く設置する必要がある。

また、半溶融成形を工業的に連続で行なうに当たり、鑄造機の故障が生じた場合、半溶融状態の金属の保持時間が所定の保持時間以上になることがある。金属組織に問題がないかぎり所定の温度に維持することが望まれるが、特に室温から昇温して保持するチクソキャスト法の場合、金属組織の粗大化とビレット形状の変形が大きい（ビレットの下部になるほど径が大きい）。しかも半溶融状態にある各ビレットの温度を個別に管理できなければ、このような場合通常処分され、チクソビレットとしての価値はなくなる。

本発明は、上述の従来の各方法の問題点に着目し、ビレットを使用することなくしかも煩雑な方法を採用することなく、簡便容易にかつ安価に、球状化した初晶を含む均一な組織と均一な温度分布を有する成形に適した半溶融金属（従来チクソキャスト法よりも高液相率の半溶融金属まで

- 対象となる)を得、しかも長時間の機械トラブルに対しても半熔融金属を保持管理する場合、および、高サイクル運転に対応して急速に所定の液相率を有する半熔融金属を得、しかも、成形前には一定温度範囲に調整する場合は、特に、チクソキャスト成形のために通常使用される高周波誘導装置の50%以下の出力で、速やかに該半熔融金属の温度を均一かつ一定保持して、半熔融成形に適した半熔融金属を製造する装置を提供することを目的とするものである。

#### 発明の開示

- 10 本発明においては、上述の課題を解決するため、第1の発明では、微細な初晶が液相中に分散した均一な温度分布を有する半熔融成形用金属の製造装置であって、金属を溶解保持する溶解炉と該溶解炉内の溶湯を汲み取り所定の温度にした後に保持容器に給湯する給湯機からなる溶湯給湯部と、該給湯機から該保持容器内に供給される溶湯中に結晶核を発生させる核生成部と、該核生成部により得られた金属を固液共存状態の成形温度まで冷却しつつ目標成形温度範囲内に収めるように温度調整する結晶生成部と、保持容器を天地逆転して反転させることにより半熔融金属を排出した後の保持容器の内面を清浄化する保持容器準備部と、前記核生成部により得られた半熔融金属を成形装置の射出スリーブに搬送挿入するロボットを含む自動化装置を備えた容器搬送部と、から構成されてなるものとした。

- また、第2の発明では、第1の発明における溶湯給湯部を、(1)高温溶湯保持炉と給湯ラドルを備えた低温溶湯保持炉の構成とするか、(2)微細化剤供給装置、温度制御用冷却治具挿入装置を備えた給湯ラドルと高温溶湯保持炉の構成とするか、(3)給湯ラドルを備えた低温溶湯保持炉と給湯ラドルを備えた微細化剤高含有溶湯保持炉の構成とす

るか、(4)微細化剤溶解用高周波誘導装置を備えた給湯ラドルと低温溶湯保持炉の構成とするか、(5)給湯ラドルを備えた低温溶湯保持炉のうちのいずれかとし、核生成部を保持容器とした。

5       また、第2の発明を主体とする第3の発明では、核生成部を、必要に応じて給湯中および給湯後に給湯量に合わせて任意にかつ自動的に保持容器の傾斜角度を可変できる保持容器傾転装置と給湯中および給湯後に該保持容器を保持容器外部から冷却することができる保持容器冷却促進装置のいずれか一つ以上の組み合わせで構成した。

10       また、第1の発明を主体とする第4の発明では、溶湯給湯部を、給湯ラドルを備えた低温溶湯保持炉とし、かつ、核生成部を、昇降自在でかつ給湯中の保持容器内の溶湯に振動を付与する加振治具と保持容器とで構成した。

15       また、第1の発明を主体とする第5の発明では、溶湯給湯部を給湯ラドルを備えた溶湯保持炉とし、かつ、核生成部を、給湯中および給湯後に傾斜角度が給湯量に合わせて任意にかつ自動的に可変できる傾斜冷却治具と保持容器とから構成されてなるものとした。

20       また、第1の発明を主体とする第6の発明では、結晶生成部を、保持容器を載置し該保持容器の下部を加熱するための加熱源を具備するか、または、保温用の断熱性素材で形成された昇降自在な架台と、該保持容器の上部を加熱するための加熱源を具備するかまたは保温用の断熱性素材で形成されかつ保持容器内金属の温度を測定する温度センサを具備した昇降自在な蓋と、該保持容器の外部に配設され該保持容器の外表面に向けて所定温度の空気を噴射する冷却装置と、から構成されてなるものとした。

25       また、第6の発明を主体とする第7の発明では、結晶生成部を、保持容器下部の保温もしくは加熱が可能でかつ該保持容器の保持や取り出し



および誘導装置の加熱コイル内の位置調整のために昇降自在な架台と、  
該保持容器の上部の保温もしくは加熱が可能で、かつ、保持容器内金属  
の温度を測定する温度センサを具備した昇降自在な蓋と、保持容器の外  
周部に配設され保持容器内金属の温度を温度管理する加熱コイルを備え  
5 た誘導装置と、該加熱コイルの外部に配設された該保持容器の外表面に  
向けて所定温度の空気を噴射する冷却装置とで構成した。

また、第6の発明を主体とする第8の発明では、結晶生成部を、保持  
容器下部の保温もしくは加熱が可能でかつ該保持容器の保持や取り出し  
や交換および誘導装置の加熱コイル内の位置調整のために昇降自在でし  
10 かも回転自在な架台と、該保持容器の上部の保温もしくは加熱が可能で、  
かつ、保持容器内金属の温度を測定する温度センサを具備した昇降自在  
な蓋と、保持容器の外周部に配置され保持容器内金属の温度を温度管理  
する加熱コイルを備えた誘導装置と、該加熱コイルの外部に配置された  
該保持容器の外表面に向けて所定温度の空気を噴射する冷却装置とで構  
15 成した。また、複数個の該結晶生成部が1軸の回りに回転あるいは揺動  
することとした。

また、第6の発明を主体とする第9の発明では、結晶生成部を、保持  
容器の下部の保温もしくは加熱が可能な架台と、該保持容器の上部の保  
温もしくは加熱が可能で、かつ、保持容器内金属の温度を測定する温度  
20 センサを具備した昇降自在な蓋と、該保持容器の外表面に向けて所定温  
度の空気もしくは水を必要に応じて噴射する冷却装置とからなる冷却帯  
と、該保持容器の外周部に配置され該保持容器内金属の温度を管理する  
加熱コイルを備えた誘導装置を有する温度調整帯とから構成した。

また、第9の発明を主体とする第10の発明では、結晶生成部を、所  
25 定の温度まで冷却帯で冷却される金属を有する保持容器を温度調節帯ま  
で所定の速度で移動させる自動搬送装置と、誘導装置の加熱コイルもし

くは保持容器のいずれかが移動して加熱コイル内で保持容器内の金属の温度を管理する温度調整帯とから構成した。

また、第9の発明を主体とする第11の発明では、結晶生成部を、所定の温度まで冷却帯で冷却した金属を有する保持容器を温度調整帯まで移動させるロボットを含む自動化装置を備えた搬送装置と、誘導装置の加熱コイルもしくは保持容器のいずれかが移動して加熱コイル内で保持容器内の金属の温度を管理する温度調整帯とから構成した。

また、第1の発明を主体とする第12の発明では、保持容器準備部を、回転および昇降が自在で、かつ、気体、液体、固体のいずれか一つ以上を噴射することが可能な保持容器冷却装置と、回転および昇降が自在で、かつ、空気を必要に応じて噴射することが可能なエアブLOW装置と、回転および昇降が自在で、かつ、空気を噴射することが可能なブラシを有する保持容器内面用の清掃装置のいずれか二つ以上の装置と、回転および昇降が自在で、かつ、非金属を塗布するスプレイ装置と、該冷却装置、該エアブLOW装置、該清掃装置のそれぞれの上部に、開口部を下にした容器を移動、固定することが可能で、昇降自在な保持容器回転搬送装置とから構成されてなるものとした。

また、第1の発明を主体とする第13の発明では、保持容器準備部を、回転および昇降が自在でかつ空気を噴射することが可能なブラシを有する保持容器内面用清掃治具と、昇降自在な保持容器固定治具からなる清掃装置と、保持容器内面に非金属を塗布する昇降自在な治具と、昇降自在な保持容器固定治具からなるスプレイ装置とで構成されてなるものとした。

また、第1の発明を主体とする第14の発明では、空の保持容器の温度を調整することとした。

### 図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明に係る半熔融成形用金属の製造装置の全体概略平面配置図である。図 2 は、本発明に係る保持容器準備部における清掃装置の側面図である。図 3 は、本発明に係る保持容器準備部における清掃装置の要部拡大縦断面図である。図 4 は、本発明に係る保持容器加熱部の縦断面図である。図 5 は、本発明に係る結晶生成部における低温注湯方式による核生成工程の説明図である。図 6 は、本発明に係る結晶生成部における振動方式による核生成工程の説明図である。図 7 は、本発明に係る結晶生成部における冷却板接触方式による核生成工程の説明図である。
- 10 図 8 は、本発明に係る結晶生成部の縦断面図である。図 9 は、本発明に係る半熔融成形用金属の製造方法を説明する工程説明図である。図 10 は、本発明に係る半熔融成形の連続運転時のサイクルチャートを示す説明図である。図 11 は、本発明例の成形用金属を使用した成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。図 12 は、本発明に係る回転機能
- 15 能を有する結晶生成部、保持容器準備部からなる半熔融成形用金属の製造装置の全体概略平面配置図である。図 13 は、本発明に係る図 12 の結晶生成部の (a) は詳細平面図, (b) は A-A 切断縦断面図である。図 14 は、本発明に係る保持容器準備部における回転搬送装置および清掃装置の側面図である。図 15 は、本発明に係る保持容器傾転装置の側面図である。図 16 は、本発明に係る冷却帯と温度調整帯からなる結晶生成部を有する半熔融成形用金属の製造装置の全体概略平面図である。
- 20 図 17 は、本発明に係る図 16 の結晶生成部の (a) は詳細平面図, (b) は B-B 切断縦断面図である。図 18 は、本発明に係る冷却帯と温度調整帯からなる固定式の結晶生成部を有する半熔融成形用金属の製造装置の全体概略平面配置図である。図 19 は、本発明に係る図 18 の結晶生成部の (a) は詳細平面図, (b) は C-C 切断縦断面図である。
- 25

発明を実施するための最良の形態

溶解炉において溶解された金属を、所定の微細化剤を含む該金属の液相線温度に対する過熱度が50℃未満に保持された低温溶湯として直接保持容器に注ぐか、給湯中の保持容器内の溶湯に振動を付与しながら該金属の液相線温度に対する過熱度が50℃未満に保持された低温溶湯として該保持容器に注ぐか、あるいはまた、傾斜角度を可変できる冷却板に接触させながら保持容器に注ぐか、のいずれかを選択して溶湯中に結晶核を発生させ、該溶湯を結晶生成部において該保持容器の上部や下部を保温もしくは加熱しながら、所定の液相率を示す温度まで冷却しつつ降温し、必要に応じて、高周波誘導により加熱を施して、遅くとも成形直前までに、均一な温度分布と微細な非デンドライト状（球状）の初晶を有する半溶融成形金属を得、ロボットにより該保持容器を搬送し、成形装置の射出スリーブ内に該半溶融金属を挿入して、たとえば、ダイカストマシン等の成形装置により成形する。

以下図面に基づいて、本発明の実施例の詳細について説明する。図1～図19は本発明の実施例に係り、図1は半溶融成形用金属の製造装置の全体概略平面配置図、図2は保持容器準備部における清掃装置の側面図、図3は清掃装置の要部拡大縦断面図、図4は保持容器加熱部の縦断面図、図5は結晶生成部における低温鋳湯方式による核生成工程の説明図、図6は結晶生成部における振動方式による核生成工程の説明図、図7は結晶生成部における冷却板接触方式による核生成工程の説明図、図8は結晶生成部の縦断面図、図9は半溶融成形用金属の製造方法を説明する工程説明図、図10は半溶融成形の連続運転時のサイクルチャートを示す説明図、図11は本発明の成形用金属を使用した成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。図12は回転機能を有する結晶生

成部、保持容器準備部からなる半溶融成形用金属の製造装置の全体概略平面配置図、図13は図12の結晶生成部の詳細平面図および切断縦断面図、図14は保持容器準備部における回転搬送装置および清掃装置の側面図、図15は保持容器傾転装置の側面図、図16は冷却帯と温度調整帯からなる結晶生成部を有する半溶融成形用金属の製造装置の全体概略平面図、図17は図16の結晶生成部の詳細平面図および切断縦断面図、図18は冷却帯と温度調整帯からなる固定式の結晶生成部を有する半溶融成形用金属の製造装置の全体概略平面配置図、図19は図18の結晶生成部の詳細平面図および切断縦断面図である。

10 図1に示すように、半溶融成形用金属の製造装置100は、保持容器準備部10、保持容器加熱部20、結晶生成部30、溶湯給湯部40、核生成部50、容器搬送部60から構成されている。成形装置200は本発明の半溶融成形用金属の製造装置100により得られた半溶融金属MBを成形する機械の一例である。

15 保持容器準備部10は、図1に示すように、清掃装置12とスプレイ装置14とから構成されている。清掃装置12は、図2に示すように、昇降シリンダ12aと昇降シリンダ12aのピストンロッド先端部に取り付けられたモータ12bにより張り出されて回転自在で空気を噴射することが可能なブラシ12cとで形成され、後述する容器搬送部60のロボット62により、射出スリーブ200aへ給湯完了した保持容器1を搬送し、受け台13上に天地逆にして載置され、受け台13の直上に配置された保持容器押え13aが昇降シリンダ13bの操作により静かに下降され、保持容器1の底面を軽く下方に押圧して保持容器1を受け台に固定する。その後、保持容器1内に上昇したブラシ12cを回転駆動することにより、保持容器1の底面および側部内面を清掃し、底面および側部内面に付着している溶湯金属の残滓を脱落落下させるようになって

20

25

いる。なお、受け台の下方周囲には、図のように密閉カバー 12 d が設置されるとともに、残滓の落下物を集める受け皿 12 e が設けられる。

その後、ブラシ 12 c は下方に退避し、清掃ポジションから、保持容器 1 を保持したまま、受け台 13 および保持容器押え 13 a、昇降シリンダ 13 b は一体的に図 1 に示すスプレイ装置 14 の位置（スプレイポジション）まで図 1 に示した移動シリンダ 15 により横移動して静止する。スプレイ装置 14 は、図 3 に示すように、昇降シリンダ 14 a のピストンロッドの先端部に取り付けたパイプ 14 b の先端のスプレイノズル 14 c より供給される非金属物質を含む水溶性塗布剤および空気を所定の時間のあいだ噴射することによって塗布剤がスプレイされ、かつ、空気により乾燥され、保持容器 1 の底面および側部内面をさらにクリーンな状態にする。

清掃装置 12 およびスプレイ装置 14 は、1 ショット毎に使用しても良いし、所定の回数毎に使用しても良い。また、清掃後発生した保持容器内面に付着していた非金属物質は受け皿 12 e より一定時間毎に回収される。スプレイ作業は保持容器 1 に注湯される金属溶湯と保持容器 1 との直接接触を防ぐためのものであり、保持容器 1 が金属製の場合は必ず必要であり、塗布剤としては、ダイキャストに使用される黒鉛系、非黒鉛系（タルク、雲母など含有）の離型剤あるいは BN などが使用される。

保持容器加熱部 20 は、図 4 に示すように、シリンダ架台 21 の内部に上下方向に配設された昇降シリンダ（保持容器加熱用）22 により昇降が自在な支持台 23 に載置され固定されたセラミック製の保持容器加熱用架台 24 と保持容器加熱用架台 24 に載せられた保持容器 1 を加熱する加熱炉 25 から構成されている。

保持容器加熱用架台 24 の上に保持容器準備部 10 の清掃装置 12、

スプレイ装置 14 によって清掃、スプレイ洗浄された保持容器 1 が、ロボット 62 により置かれると、保持容器加熱用架台 24 は昇降シリンダ 22 により上昇し、支持架台 23 および保持容器加熱用架台 24 が、図 4 に示す位置まで上昇すると、保持容器 1 は加熱炉 25 内に入るとともに、加熱炉 25 の内部が閉鎖される。ここで言う加熱炉 25 は、炉内に加熱用ヒータが配設された場合と、炉外部から熱風が送風される場合のいずれでも構わない。

所定の時間後、所定の温度（たとえば 200℃）に加熱された保持容器加熱用架台 24 の上の保持容器 1 は、昇降シリンダ 22 の下降により炉内から取り出される。加熱された保持容器 1 は、ロボット 62 により溶湯給湯部 40 に搬送され、注湯された後、核生成部 50 に搬送される。ここで言う「保持容器」とは、金属製容器または非金属製容器（セラミック容器も含む）とするか、あるいは、非金属材料を表面にコーティングした金属製容器、もしくは、非金属材料を複合させた金属製容器とする。保持容器 1 の厚みは、注湯直後に保持容器壁面から凝固層が発生しないか、発生しても誘導装置 31 により容易に再溶融する厚みとする。

溶湯給湯部 40 および核生成部 50 は、結晶核の生成方式により異なる。

図 5 は、微細化剤を利用する低温溶湯注湯方式による核生成のための溶湯給湯部 40 および核生成部 50 の側面図を示す。

図 5 (a) では、溶湯給湯部 40 は、高温溶湯保持炉 41 と給湯用ラドル 42a を備えた低温溶湯保持炉 42 で構成される。高温溶湯保持炉 41 において、高融点の微細化剤 (Al-Ti-B 合金) N が溶解された 650℃ 以上に保持された、好ましくは 680℃ 以上の高温金属溶湯 M1 が保持される。低温溶湯保持炉 42 においては、高温溶湯保持炉 41 から配湯され、液相線温度に対して 50℃ 以下の過熱度の低温に保持

される。この低温金属溶湯M2が、給湯用ラドル42aにより核生成部50である保持容器1内に注湯され、結晶核が発生する。なお、微細化剤としてTiのみが含まれている場合には、過熱度は30℃以下に保持される。また、Sr、Siの複合添加やCa単独添加が行なわれたMg合金においては、過熱度は25℃以下に保持される。過熱度が上記過熱度より高ければ、微細な球状初晶は得られない。

図5(b)では、溶湯給湯部40は、微細化剤供給装置43、温度制御用冷却治具挿入装置51を備えた給湯用ラドル42aと高温溶湯保持炉41で構成される。高温溶湯保持炉41において溶解された650℃以上、好ましくは680℃以上に保持された微細化剤N(Tiを含有)を含む高温金属溶湯M3は給湯用ラドル42aより汲まれ、ラドル42a内容湯に微細化剤(Al-Ti-B合金)Nが微細化剤供給装置43により供給、溶解される。しかる後、給湯用ラドル42a内の金属溶湯の温度を液相線温度に対して50℃以下の過熱度の低温にするために、温度制御用冷却治具挿入装置51の冷却治具51aを浸漬する。これにより低温金属溶湯が得られる。なお、浸漬に当たっては、凝固層の生成を防止するために振動を付与する必要があるが、保持容器1内の金属溶湯の温度が液相線温度に対して過熱度が10℃以上の温度では振動による核の生成は期待できない。したがって、低温金属溶湯M2が給湯用ラドル42aにより核生成部50である保持容器1に注湯され、結晶核が発生する。

図5(c)では、溶湯給湯部40は、給湯用ラドル42aを備えた低温溶湯保持炉42と給湯用ラドル42aを備えた低温溶湯保持炉42(微細化剤Al-Ti-B合金を多く含有する溶湯を保持する機能がある)で構成される。低温溶湯保持炉42から給湯用ラドル42aより汲み出されたTi含有低温金属溶湯M5に、低温溶湯保持炉42において溶解



されたTi、Bの高含有低温金属溶湯M4が給湯用ラドル42aにより希釈混合される。低温金属溶湯M2が給湯用ラドル42aにより核生成部50である保持容器1に注湯され、結晶核が発生する。

図5(d)では、溶湯給湯部40を、微細化剤溶解用高周波誘導装置44を備えた給湯用ラドル42aと低温溶湯保持炉42で構成する。低温溶湯保持炉42から給湯用ラドル42aより汲み出されたTi含有低温金属溶湯M5に、高周波誘導コイル(微細化剤溶解用)44aにより溶解された微細化剤(A1-Ti-B合金)Nが投入される。低温金属溶湯M2が給湯用ラドル42aにより核生成部50である保持容器1に注湯され、結晶核が発生する。

図5(e)では、溶湯給湯部40を、給湯用ラドル42aと低温溶湯保持炉42で構成する。融点近傍の低温金属溶湯M6が給湯用ラドル42aにより核生成部50である保持容器1に注湯され、結晶核が発生する。なお、微細化剤として、Tiのみが含まれている場合には、溶湯の温度の融点に対する過熱度は30℃以下に保たれる。

図6は、振動方式による核生成のための溶湯給湯部40および核生成部50の側面図を示す。溶湯給湯部40は給湯用ラドル42aを備えた低温溶湯保持炉42と昇降シリンダ(加振治具用)52aにより昇降が自在な浸漬型加振治具52と保持容器用加振治具53から構成されている。給湯用ラドル42aにより給湯中の保持容器1内のTi含有低温金属溶湯M5の湯面に浸漬型加振治具52を浸漬させ、また保持容器用加振治具53を保持容器1の外表面部に接触させながら金属溶湯M5に振動を付与して該溶湯内に結晶核を発生させる。なお、保持容器1に注湯される溶湯に微細化剤が含まれていなくても結晶核を発生させることは可能である。ここで使用する浸漬型加振治具52は、加振治具回りの温度分布の不均一を防止するために注湯完了すると同時に湯面から離脱さ

せる。また、「振動」は、振動発生装置の種類、振動条件（周波数、振幅）を限定するものでないが、市販のエア式振動装置、電動式振動装置でもよく、また使用される振動条件としては、たとえば、周波数は10 Hz～50 kHz、好ましくは50 Hz～1 kHz、片振幅は1 mm～0.

5 1 μm、好ましくは500 μm～10 μmが望ましい。

図7は、冷却板接触方式による核生成のための溶湯給湯部40および核生成部50の側面図を示す。溶湯給湯部40は給湯用ラドル42aを備えた溶湯保持炉40A（高温溶湯保持炉41および低温溶湯保持炉42）から構成されている。

10 溶湯保持炉40A内の溶湯の温度は特に限定されないが、温度が高いと傾斜冷却治具70を通過した後の保持容器1の温度が液相線温度よりも10℃以上高くなり結晶核が消滅するため、液相線温度に対する過熱度は、50℃以下が好ましい。核生成部50は、給湯中および給湯後に傾斜冷却治具70の傾斜角度給湯量に合わせて、任意に、かつ、自動的  
15 に可変できる水槽71を有する傾斜冷却治具70と保持容器1から構成されている。給湯用ラドル42aから傾斜冷却治具70に接触しながら注がれる保持容器1内の金属溶湯の湯量が上限に近づくに従い、昇降シリンダ72により傾斜冷却治具70の傾斜角度を小さくし、注湯完了後傾斜方向を反対側にし、傾斜冷却治具70の表面に付着した金属を落下  
20 させて、傾斜冷却治具付着メタル回収槽73に入れる。

以上のとおり、溶湯給湯部40においては、給湯用ラドル42aを使用したか、これに代えて給湯ポンプを用いてもよい。

結晶生成部30は、図8に示すように、保持容器1の下部の保温もしくは加熱が可能で、かつ、保持容器1の保持や取り出しおよび誘導装置  
25 31の加熱コイル31a内の位置調整のために昇降シリンダ32により昇降自在な支持台33の上に載置されたセラミック製の架台34と、該

保持容器 1 の上部の保温もしくは加熱が可能で、かつ、保持容器内金属の温度を測定する熱電対 3 6 を具備した昇降自在なセラミック製の蓋 3 5 と、保持容器 1 の外周部に配設された保持容器内金属の温度を管理する加熱コイル 3 1 a を備えた誘導装置 3 1 と、加熱コイル 3 1 a の外部  
5 に配設され保持容器 1 の外表面に向けて所定温度の空気を噴射する冷却装置 3 7 とこれら各機器を囲む保護カバー 3 8 とから構成されている。

誘導装置 3 1 は、保持容器内金属の温度を急速に低下させた場合、成形装置 2 0 0 のトラブル時に、温度の均一化、一定化に効果的である。  
なお、空気よりも急速に冷却することが必要な場合、空気を噴射する冷  
10 却装置に代えて、誘導装置 3 1 の位置に保持容器 1 が上昇する前に水を噴射するようにしてもよい。

核生成部 5 0 において、結晶核を導入された金属溶湯 M A を保持する保持容器 1 がロボット 6 2 によりセラミック製の架台（結晶核生成用）  
3 4 の上におかれると、セラミック製架台 3 4 は昇降シリンダ 3 2 により  
15 上昇し、誘導装置 3 1 内の所定の位置に停止する。そのあと、保持容器 1 上部にセラミック製の蓋 3 5 が被覆されて固定される。しかる後、必要に応じて、所定の時間、所定のタイミングにより、冷却装置 3 7 から保持容器 1 の外表面に向けて空気が噴射され、保持容器 1 の内部の金属溶湯 M A を、注湯直後から  $0.01^{\circ}\text{C}/\text{s} \sim 3.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$  の平均冷却  
20 速度で冷却して加圧成形直前まで保持することにより、微細な初晶を該合金液中に晶出させるとともに、保持容器 1 に入れられた半熔融金属 M B の各部の温度を誘導装置 3 1 により、遅くとも成形する時までに所定の液相率を示す目標成形温度範囲内に収めるように温度調整する。この場合、セラミック製の架台 3 4 は、半熔融金属 M B の温度管理のために、  
25 加熱コイル 3 1 a 内の所定の高さに自動的に微調整できるように構成される。なお、成形前の半熔融金属 M B の一定温度保持にこだわらなけれ

ば、誘導装置 31 は使用する必要がない場合もある。

セラミック製架台（結晶生成用）34 上に載置された保持容器 1 内の半熔融金属 MB は、所定の液相率、所定の時間後、昇降シリンドラ（結晶生成部架台用）32 の下降により、誘導装置 31 から取り出され、直ちに搬送ロボット 62 により成形装置 200 の射出スリーブ 200a（または 200b）内に挿入される。

ここで「所定の液相率」とは、加圧成形に適する液相率を意味する。ダイカスト鑄造、スクイズ鑄造などの高圧鑄造では液相率は 75% 未満、好ましくは 40%～65% とする。40% 未満では保持容器 1 からの取り出しが容易でなく、また取り出された素材の成形性が劣る。一方、75% を超える場合は素材が軟らかいためハンドリングが難しいばかりでなく、ダイキャスト機の金型内熔融金属を射出するためのスリーブへの挿入時に周辺空気を巻き込み、あるいは成形された鑄造品の金属組織には偏析が発生して均一な組織が得にくいなどの問題がある。このため、液相率を 75% 以下、好ましくは 65% 以下とする。但し、成形性、湯流れ性の劣る合金、成形が困難な製品においては、75% 以上の液相率で成形する方が望ましい場合がある。この場合、保持容器内の液相率が 75% 以上の半熔融金属をスリーブに注湯しても良い。

20

押出法や鍛造法では、液相率を 1.0%～70%、好ましくは 10%～65% とする。70% を超える場合は組織の不均一が生じる惧れがある。このため、液相率を 70% 以下、好ましくは 65% 以下とする。また、1.0% 未満では変形抵抗が高いので、1.0% 以上とする。なお、40% 未満の液相率の合金を用いて押出法や鍛造法を行なう場合、40% 以上の液相率で該合金を容

25

器から取り出し、その後40%未満に液相率を下げる。

なお、容器搬送部60のロボット62は、従来より知られている3次元動作可能な多関節ロボットを使用する。ロボットの自動化装置として、プログラム入力可能なパソコンやシーケンサ、プログラマブルコントローラも使用する。

具体的には、以下のとおりの手順により作業を進める。図9の工程[1]において、ラドル42a内に入れられた完全液体である金属溶湯Mを、工程[2]において、傾斜冷却用治具70に溶湯を接触させて、あるいは保持容器（セラミック塗布金属製容器）1内に注湯され蓄えられていく溶湯に浸漬型加振治具（具体的には加振棒52A）52により振動を付与して（注湯完了後は加振棒52Aは引き上げる）、あるいは溶湯の液相線温度に対する過熱度を50℃未満、好ましくは30℃未満に保持して、保持容器内に注ぐことにより結晶核（あるいは微細結晶）を含む液相線直上、直下の合金を得る。

次に、工程[3]において、該合金を、 $0.01^{\circ}\text{C}/\text{s} \sim 3.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$ の平均冷却速度で冷却し加圧成形直前まで保持し、微細な初晶を該合金液中に晶出させる工程において、誘導装置31により保持該容器1内の合金の各部の温度を、遅くとも成形する時までに所定の液相率を示す目標成形温度範囲内（目標成形温度に対して $-5^{\circ}\text{C} \sim +5^{\circ}\text{C}$ の範囲内）に収めるように温度調整する。この場合、保持容器1内で降温する金属の代表温度が注湯直後から目標成形温度に対して10℃以上低下しない段階までに所定量の電流を流すために、誘導装置31の出力は小さくてもよい。冷却に当たっては、保持容器1の外側から保持容器1に向けて空気を噴射する。必要に応じて上部、下部を断熱材で保温もしくは加熱した保持容器1において半溶融状態で保持し、導入された結晶核から微細な球状（非デンドライト状）の初晶を生成させる（工程[3]-a、

[3] - b)。

このようにして得られた所定の液相率を有する半熔融金属MBを、工程[3] - cのように、保持容器1を反転して天地を逆にし、成形装置（たとえば、ダイキャストマシン）の射出スリーブ200aに挿入した  
5 後、成形装置200の金型キャビティ208内で加圧成形して、成形品を得る。ここで、反転した排出された半熔融金属MBは、酸化物の混入を防ぐために、保持容器1内で上部に位置していた表面部をプランジャチップ210側に置く。

図10は、半熔融成形の連続運転時のサイクルチャートを示す説明図  
10 である。運転条件は以下のとおりである。ここでは説明を容易にするために、誘導装置の数を少なくして60秒運転とした。製造装置100の全体は、図1に示したとおりである。

運転条件は、下記のとおりである。

- ① 誘導装置（8kHz、10kW）：3基
- 15 ② 保持容器加熱炉（5容器収容）：1基
- ③ 成形サイクル：60秒
- ④ 給湯、結晶核生成条件：微細化剤（Ti0.15%、B0.002%含有）、保持容器給湯温度（635℃）、図5（a）に示すとおり。
- ⑤ 半熔融保持時間（空冷、高周波誘導装置による加熱）；150秒
- 20 ⑥ 合金：AC4CH（融点：615℃）

各保持容器の各工程における時間経過を、使用した8つの保持容器について示す。60秒おきに鑄造されていること、それに伴ない、その前後の保持容器の位置と作業履歴が判る。この方法により製造された半熔融成形用金属を使用して、加圧成形した成形品の金属組織を示す顕微鏡  
25 写真の模写図を図11に示す。従来知られている半熔融成形品とまったく遜色のない微細な組織が認められる。

図9に示す本発明による方法と従来のチクソキャスト法、レオキャスト法の違いは図より明らかである。すなわち、本発明では、従来法のように半熔融温度領域で晶出したデンドライト状の初晶を機械攪拌や電磁攪拌で強制的に破碎球状化することではなく、半  
5 熔融温度領域での温度低下とともに液中に導入された結晶核を起点として晶出、成長する多数の初晶が合金自身が持っている熱量により（必要に応じて外部から加熱保持されることも有りうる）連続的に球状化されるとともに、低い出力の高周波誘導加熱による均一な組織と均一な温度分布を特徴にしており、チクソキャスト  
10 ト法におけるビレットの再昇温による半熔融化の工程が省かれているため、本発明の方法は、極めて簡便で経済的な方法である。

図12は回転機能を有する結晶生成部30、保持容器準備部10からなる半熔融成形用金属の製造装置101の全体概略平面配置図を示す。半熔融成形用金属の製造装置101は、保持容器準備部10、結晶生成部30、溶湯給湯部40、核生成部50、容器搬送部60から構成されている。成形装置200は、本発明の  
15 半熔融成形用金属の製造装置101により得られた半熔融金属MBを成形する機械の一例である。

保持容器準備部10は、保持容器冷却装置11、エアブLOW装置16、清掃装置12、スプレイ装置14、保持容器回転搬送装置17から構成されている。図14は保持容器準備部10における保持容器回転搬送装置17と清掃装置12を示す。ロータリーアクチュエータ17a、17bと昇降シリンダ17cとで形成された保持容器回転搬送装置17により、射出スリーブ200aへ  
20 半熔融金属MBを挿入した後、シリンダ、モータにより昇降、回転するノズルを有する図3に示すような装置にて水を噴出し、そ

の後空気を噴射することにより冷却、エアブLOWした保持容器1を搬送し、受け台13上に下降し固定する。その後図2と同様に、ブラシ12cを回転することにより保持容器1内面を清掃する。ブラシ12cが下降した後、保持容器回転搬送装置17は保持容器1を保持したまま上昇し、スプレイ装置14の位置まで移動する。その後図3と同様にスプレイ装置14によって保持容器1の内面に非金属物質を含む水溶性塗布剤がスプレイされ、かつ空気により乾燥される。

スプレイ装置が下降した後、保持容器傾転装置18の位置まで移動し、天地を逆にして図15に示すような保持容器ホルダ18aに載置される。

10 保持容器ホルダ18aは、LMガイド18bと連結棒18c、フレキシブルジョイント18dからなる保持容器傾転装置18により、給湯用ラドル42aの給湯に合わせて傾動する。微細化剤としてTiのみを含む融点に対する過熱度が30℃以下の金属溶湯M6は、必要に応じて保持容器冷却促進装置19を使用して給湯される。保持容器1に給湯された

15 金属溶湯M6は結晶生成部30にロボット62により搬送される。しかる後金属溶湯M6は冷却され、成形温度まで冷却される。なお、保持容器冷却促進装置は、直接保持容器の外表面に空気もしくは水などを噴出しても良いし、あるいは冷却体を接触させても良い。

図13(a)は図12に示す半溶融成形用金属の製造装置の結晶生成部の詳細平面図を、図13(b)は結晶生成部のA-A断面の切断縦断面図を示す。結晶生成部30は、図13(a)、図13(b)に示すように保持容器1の保温もしくは加熱が可能でかつ該保持容器1の保持や取り出しや回転2次軸39aによる交換(結晶核を含む金属溶湯MAを入れた保持容器と成形温度まで下がった半溶融金属MBを入れた保持容器の交換)および誘導装置31の加熱コイル31a内の位置調整のために昇降自在な支持台33の上に載置されたセラミック製の架台34と、

20

25



## 23

保持容器 1 の上部の保温もしくは加熱が可能で、かつ、保持容器内金属の温度を測定する熱電対 3 6 を具備した昇降自在な蓋 3 5 と、保持容器の外周部に配置され保持容器内金属の温度を管理する加熱コイル 3 1 a を備えた誘導装置 3 1 と、加熱コイル 3 1 a の外部に配置された保持容器 1 の外表面に向けて所定温度の空気を噴射する冷却装置 3 7 とこれら各機器を取り囲む保護カバー 3 8 と、4 つの結晶生成部が 1 つの軸の回りに回転もしくは揺動することができる回転 1 次軸 3 9 から構成されている。

結晶核を含む金属溶湯 M A を入れた保持容器 1 a が支持台 3 3 の上に載置されたセラミック製の架台 3 4 の上に載置されると、誘導装置 3 1 の中で成形温度に調整された半熔融金属 M B を入れた保持容器 1 b が昇降シリンダにより下降し、次に回転 2 次軸による回転により結晶生成部 3 0 の外側に出る。一方、金属溶湯 M A は昇降シリンダ 3 2 により誘導装置 3 1 の加熱コイル 3 1 a の所定の位置に上昇し、所定の温度まで冷却装置 3 7 により冷却され、その後誘導装置 3 1 により温度調整される。他の保持容器 1 についても同様な動きである。このようにして結晶生成部 3 0 の外側に出てきた半熔融金属 M B を入れた保持容器 1 b がロボット 6 2 により搬送される。なお、ロボットから遠い位置にある保持容器 (1 e、1 f) と (1 g、1 h) は回転 1 次軸 3 9 の揺動 (90° 回転) によりそれぞれ保持容器 (1 c、1 d)、(1 a、1 b) の位置に移動する。

誘導装置 3 1 の役割、誘導装置 3 1 内の金属溶湯 M A の冷却条件および温度管理方法は図 8 と同じである。

図 1 6 は冷却帯 4 7 と誘導装置 3 1 を有する温度調整帯 4 8 からなる移動式の結晶生成部 3 0 を有する半熔融成形用金属の製造装置 1 0 2 の全体概略平面配置図を示す。

半溶融成形用金属の製造装置102は、保持容器準備部10、結晶生成部30、溶湯給湯部40、核生成部50、容器搬送部60から構成されている。また成形装置200は、本発明の半溶融成形用金属の製造装置101により得られた半溶融金属MBを成形する機械の一例である。図17(a)は図16に示す半溶融成形用金属の製造装置の結晶生成部の詳細平面図を、図17(b)は結晶生成部のB-B断面の切断縦断面図を示す。結晶生成部のみ図12、図13と異なる。このため、結晶生成部30について詳述する。

結晶生成部30は図17(a)、図17(b)に示すように、保持容器1の下部の保温もしくは加熱が可能な架台34と、保持容器1の上部の保温もしくは加熱が可能で、かつ保持容器内金属の温度を測定する熱電対36を具備した昇降自在な蓋35と保持容器1の外表面に向けて所定温度の空気もしくは水を必要に応じて噴射する冷却装置37とからなる冷却帯47と保持容器1を一定速度で回転させる自動搬送装置49と保持容器1の外周部に配設され、保持容器内金属の温度を管理する加熱コイル31aを備えた誘導装置31を有する温度調節帯48とから構成されている。

保持容器1iが自動搬送装置49により回転し、保持容器1mの位置まで来ると初めて誘導装置31により保持容器1内のメタルの温度調整が行われる。誘導装置31は昇降シリンダ32により上昇あるいは下降し保持容器1を囲む所定の位置に停止する。

図18は冷却帯47と誘導装置31を有する温度調整帯48からなる固定式の結晶生成部30を有する半溶融成形用金属の製造装置103の全体概略平面配置図を示す。図19(a)は図18に示す半溶融成形用金属の製造装置の結晶生成部の詳細平面図を、図19(b)は結晶生成部のC-C断面の切断縦断面図を示す。結晶生成部30は、保持容器1

の下部の保温もしくは加熱が可能な架台 34 と、保持容器 1 の上部の保温もしくは加熱が可能で、かつ保持容器内金属の温度を測定する熱電対 36 を具備した昇降自在な蓋 35 と保持容器 1 の外表面に向けて所定温度の空気もしくは水を必要に応じて噴射する冷却装置 37 とからなる冷却帯 47 と保持容器 1 の外周部に配設され、保持容器内金属の温度を管理する加熱コイル 31a を備えた誘導装置 31 を有する温度調節帯 48 とから構成されている。ただし、図 16、図 17 の場合と異なり図 9 に示す結晶生成部においては保持容器 1 は固定式であるため、所定の温度まで冷却装置 37 により冷却した保持容器 1 はロボット 62 により温度調整帯 48 に搬送される。しかる後、図 13 の場合と同様に、セラミックの架台 34 の上に載置された保持容器内金属は誘導装置 31 により温度調整される。

図 9 に示す初晶の球状化工程における、保持容器の冷却条件について以下に説明する。

保持容器 1 に注湯された合金 MB が成形に適した液相率を示すまで冷却される際に、保持容器 1 の上部および保持容器 1 の下部が、加熱もしくは保温されない場合、該容器の上部および／あるいは下部の合金 MB の表皮部にデンドライト状の初晶が発生したり、凝固層が成長し容器内の金属の温度分布も不均一になるため、高周波誘導により加熱しても保持容器から合金を反転してとり出す場合、保持容器 1 から所定の液相率の合金を排出出来なかったり、保持容器 1 内部に凝固層が残り連続成形が困難になったり、温度分布が完全には改善されなかったりする。このため、注湯後成形温度までの保持時間が短い場合、冷却過程では容器上部および／あるいは容器下部を容器中央部より加熱したりあるいは保温し、必要に応じて注湯後の冷却過程だけでなく、注湯前にあらかじめ該容器の上部、下部を加熱する。

保持容器1の熱伝導率が、 $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 未満の材質であれば、冷却時間が長くなり工業的には不都合であるため、保持容器1の熱伝導率を $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上とする。金属性の保持容器1を使用する場合は、保持容器1の表面に非金属性物質（例えばBN、黒鉛  
5 などを塗布することが好ましい。塗布する方法は機械的、化学的、物理的方法のいずれでも構わない。

保持容器1に注湯された合金MAの平均冷却速度が $3.0^\circ\text{C/s}$ よりも速ければ、所定の液相率を示す目標成形温度範囲に収めることが誘導加熱を用いても容易でなく、また球状の初晶を生成することが困難である。  
10 一方、平均冷却速度が $0.01^\circ\text{C/s}$ 未満であれば、冷却時間が長く、工業生産の上では不都合である。このため、平均冷却速度は $0.01^\circ\text{C/s} \sim 3.0^\circ\text{C/s}$ とし、さらに好ましくは $0.05^\circ\text{C/s} \sim 1^\circ\text{C/s}$ とする。

## 15 産業上の利用の可能性

以上説明したことから明らかなように、本発明に係る半溶融成形用金属の製造装置は、従来の機械攪拌法、電磁攪拌法によらず、自動的かつ連続的に、簡便容易に、かつ、低コストで、微細かつ粒状の組織を有する優れた成形体を大量に生産することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 微細な初晶が液相中に分散した均一な温度分布を有する半熔融成形用金属の製造装置であって、

金属を溶解保持する溶解炉と該溶解炉内の溶湯を汲み取り所定の温度にした後に保持容器に給湯する給湯機からなる溶湯給湯部と、

5 該給湯機から該保持容器内に供給される溶湯中に結晶核を発生させる核生成部と、

該核生成部により得られた金属を固液共存状態の成形温度まで冷却しつつ目標成形温度範囲内に収めるように温度調整する結晶生成部と、

保持容器を天地逆転して反転させることにより半熔融金属を排出した  
10 後の保持容器の内面を清浄化する保持容器準備部と、

前記核生成部により得られた半熔融金属を成形装置の射出スリーブに搬送挿入するロボットを含む自動化装置を備えた容器搬送部と、  
から構成されてなる半熔融成形用金属の製造装置。

2. 溶湯給湯部を、

15 (1) 高温溶湯保持炉と給湯ラドルを備えた低温溶湯保持炉の構成とするか、

(2) 微細化剤供給装置と温度制御用冷却治具挿入装置を備えた給湯ラドルと高温溶湯保持炉の構成とするか、

(3) 給湯ラドルを備えた低温溶湯保持炉と給湯ラドルを備えた微細化  
20 剤高含有溶湯保持炉の構成とするか、

(4) 微細化剤溶解用高周波誘導装置を備えた給湯ラドルと低温溶湯保持炉の構成とするか、

(5) 給湯ラドルを備えた低温溶湯保持炉とする、

のいずれかとし、かつ、核生成部を保持容器とした請求項1記載の半溶

融成形用金属の製造装置。

3. 核生成部を、必要に応じて給湯中および給湯後に給湯量に合わせて任意にかつ自動的に保持容器の傾斜角度を可変できる保持容器傾転装置と給湯中および給湯後に該保持容器を保持容器外部から冷却することができる保持容器冷却促進装置のいずれか一つ以上の組み合わせから構成した請求項2記載の半熔融成形用金属の製造装置。

4. 溶湯給湯部を、給湯ラドルを備えた低温溶湯保持炉とし、かつ、核生成部を、昇降自在でかつ給湯中の保持容器内の溶湯に振動を付与する加振治具と保持容器とで構成した請求項1記載の半熔融成形用金属の製造装置。

5. 溶湯給湯部を、給湯ラドルを備えた溶湯保持炉とし、かつ、核生成部を、給湯中および給湯後に傾斜角度が給湯量に合わせて任意にかつ自動的に可変できる傾斜冷却治具と保持容器とから構成した請求項1記載の半熔融成形用金属の製造装置。

6. 結晶生成部を、保持容器を載置し該保持容器の下部を加熱するための加熱源を具備するか、または、保温用の断熱性素材で形成された昇降自在な架台と、

該保持容器の上部を加熱するための加熱源を具備するかまたは保温用の断熱性素材で形成されかつ保持容器内金属の温度を測定する温度センサを具備した昇降自在な蓋と、

該保持容器の外部に配設され該保持容器の外表面に向けて所定温度の空気を噴射する冷却装置と、

から構成した請求項1記載の半熔融成形用金属の製造装置。

7. 結晶生成部を、保持容器下部の保温もしくは加熱が可能でかつ該保持容器の保持や取り出しおよび誘導装置の加熱コイル内の位置調整のために昇降自在な架台と、

該保持容器の上部の保温もしくは加熱が可能で、かつ、保持容器内金属の温度を測定する温度センサを具備した昇降自在な蓋と、

保持容器の外周部に配設され保持容器内金属の温度を温度管理する加熱コイルを備えた誘導装置と、

5 該加熱コイルの外部に配設された該保持容器の外表面に向けて所定温度の空気を噴射する冷却装置と、

で構成した請求項6記載の半熔融成形用金属の製造装置。

8. 結晶生成部は、保持容器下部の保温もしくは加熱が可能でかつ該保持容器の保持や取り出しや交換および誘導装置の加熱コイル内の位置  
10 調整のために昇降自在でしかも回転自在な架台と、

該保持容器の上部の保温もしくは加熱が可能で、かつ、保持容器内金属の温度を測定する温度センサを具備した昇降自在な蓋と、

保持容器の外周部に配置され保持容器内金属の温度を温度管理する加熱コイルを備えた誘導装置と、

15 該加熱コイルの外部に配置された該保持容器の外表面に向けて所定温度の空気を噴射する冷却装置と、

で構成され、複数の該結晶生成部が1軸の回りに回転あるいは揺動することを特徴とする請求項6記載の半熔融成形用金属の製造装置。

9. 結晶生成部は、保持容器の下部の保温もしくは加熱が可能な架台  
20 と、

該保持容器の上部の保温もしくは加熱が可能で、かつ、保持容器内金属の温度を測定する温度センサを具備した昇降自在な蓋と、

該保持容器の外表面に向けて所定温度の空気もしくは水を必要に応じて噴射する冷却装置とからなる冷却帯と、

25 該保持容器の外周部に配置され該保持容器内金属の温度を管理する加熱コイルを備えた誘導装置を有する温度調整帯と、

から構成された請求項 6 記載の半溶融成形用金属の製造装置。

10. 結晶生成部は、所定の温度まで冷却帯で冷却される金属を有する保持容器を温度調節帯まで所定の速度で移動させる自動搬送装置と、

誘導装置の加熱コイルもしくは保持容器のいずれかが移動して加熱コ  
5 イル内で保持容器内の金属の温度を管理する温度調整帯と、

から構成された請求項 9 記載の半溶融成形用金属の製造装置。

11. 結晶生成部は、所定の温度まで冷却帯で冷却した金属を有する保持容器を温度調整帯まで移動させるロボットを含む自動化装置を備えた搬送装置と、

10 誘導装置の加熱コイルもしくは保持容器のいずれかが移動して加熱コイル内で保持容器内の金属の温度を管理する温度調整帯と、

から構成された請求項 9 記載の半溶融成形用金属の製造装置。

12. 保持容器準備部を、回転および昇降が自在で、かつ、気体、液体、固体のいずれか一つ以上を噴射することが可能な保持容器冷却装置  
15 と、

回転および昇降が自在で、かつ、空気を必要に応じて噴射することが可能なエアブロー装置と、

回転および昇降が自在で、かつ、空気を噴射することが可能なブラシを有する保持容器内面用の清掃装置のいずれか二つ以上の装置と、

20 回転および昇降が自在で、かつ、非金属を塗布するスプレー装置と、該冷却装置、該エアブロー装置、該清掃装置のそれぞれの上部に、開口部を下にした容器を移動、固定することが可能で、昇降自在な保持容器回転搬送装置と、

から構成した請求項 1 記載の半溶融成形用金属の製造装置。

25 13. 保持容器準備部を、回転および昇降が自在でかつ空気を噴射することが可能なブラシを有する保持容器内面用清掃治具と、昇降自在な

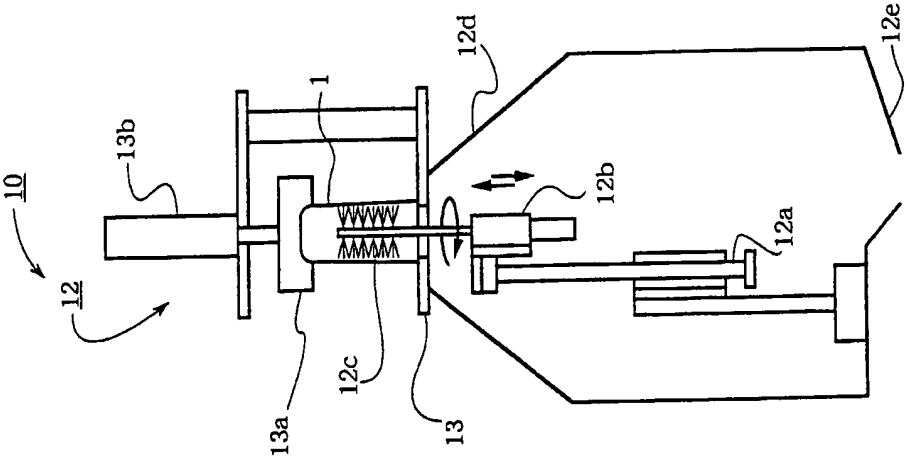


保持容器固定治具からなる清掃装置と、保持容器内面に非金属を塗布する昇降自在な治具と、昇降自在な保持容器固定治具からなるスプレイ装置とで構成した請求項1記載の半熔融成形用金属の製造装置。

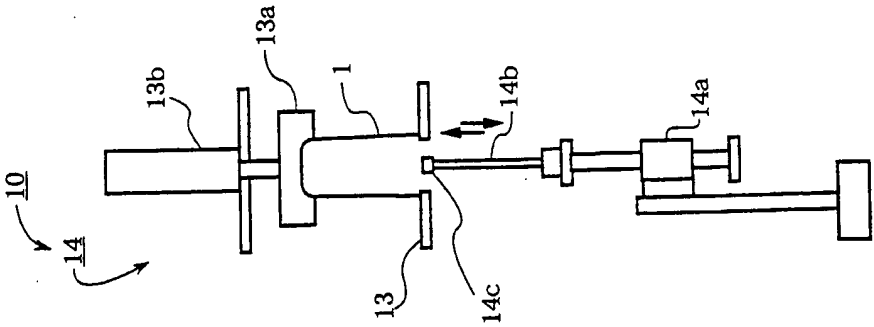
14. 空の保持容器の温度を調整する保持容器加熱部を有することを  
5 特徴とする請求項1記載の半熔融成形用金属の製造装置。

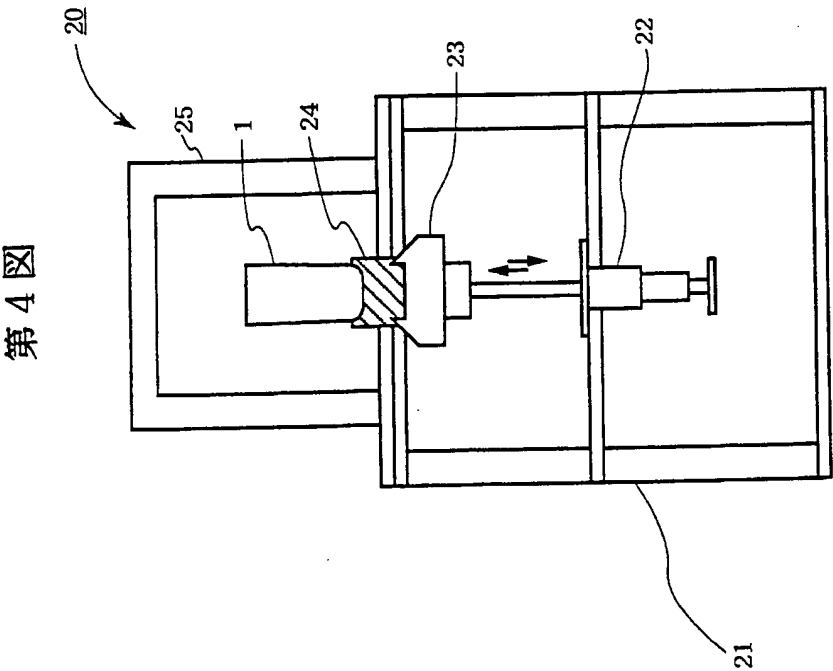


第2図

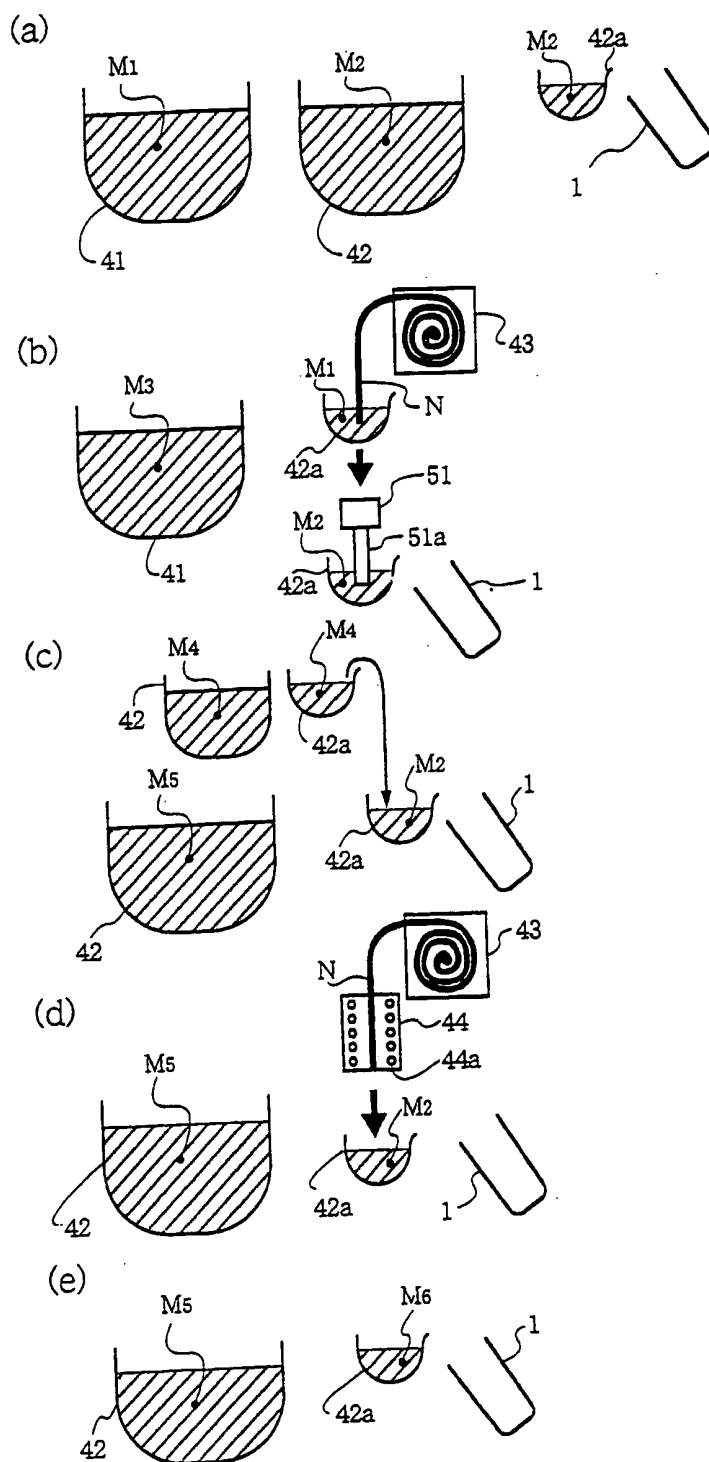


第3図

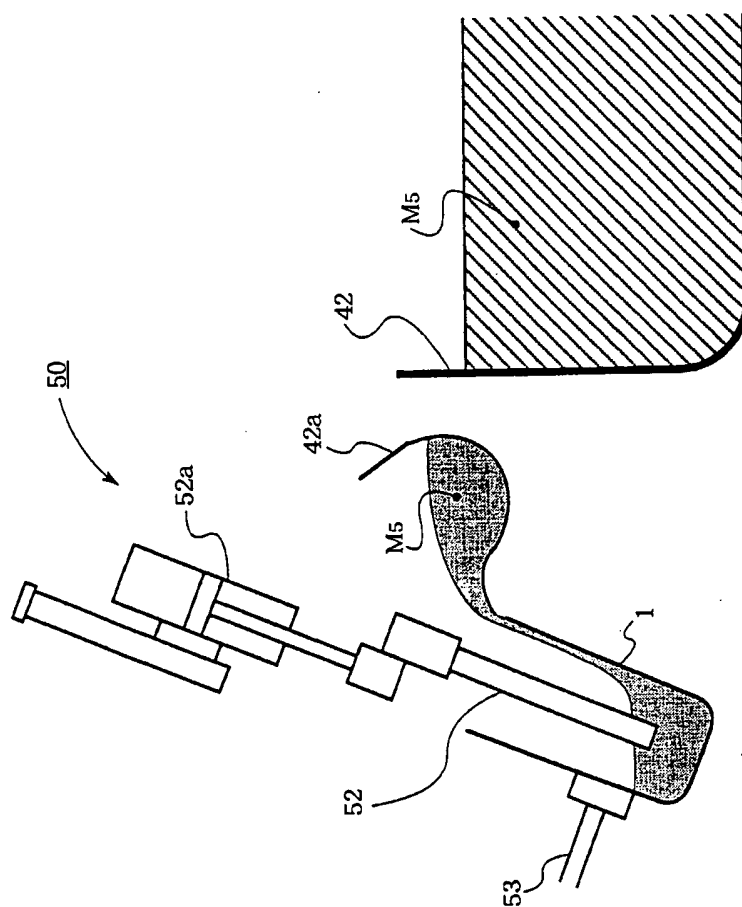




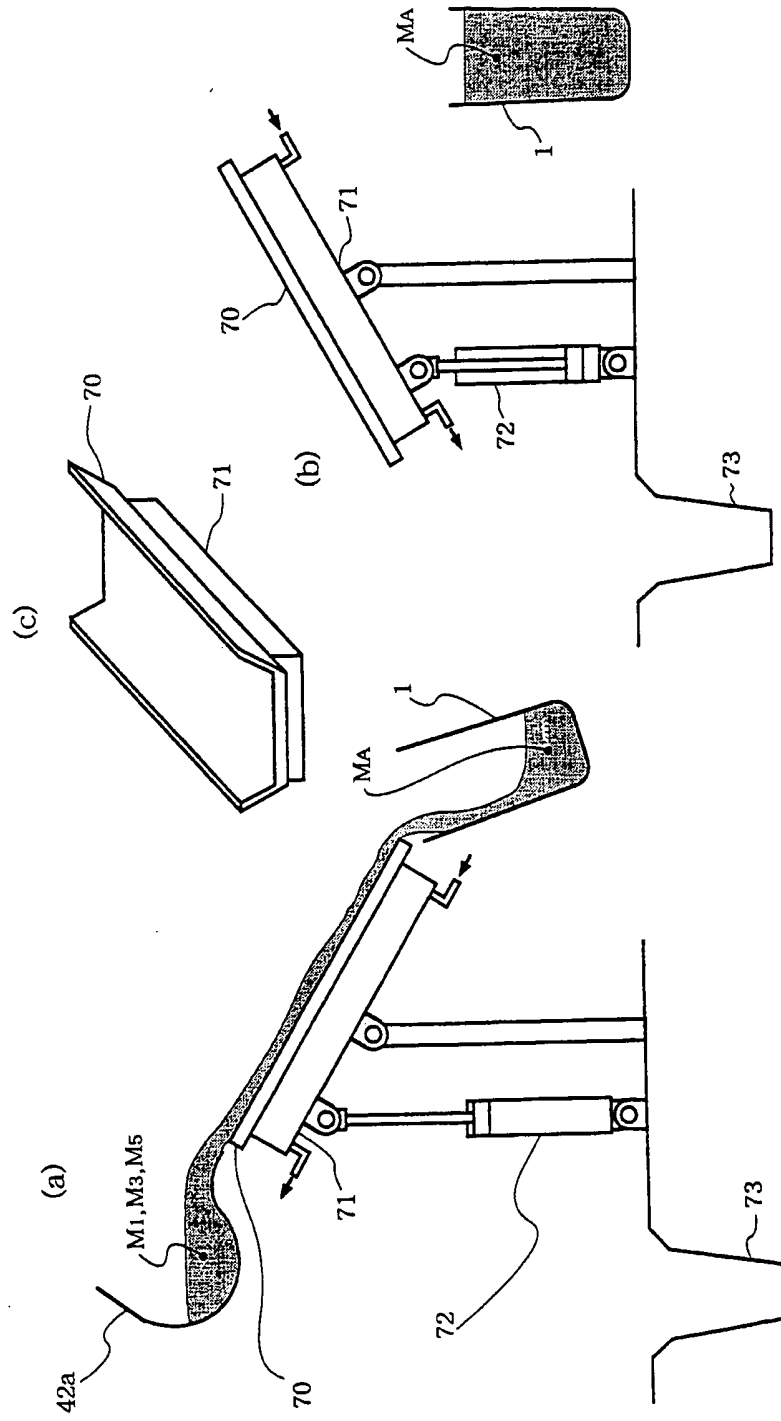
第 5 図



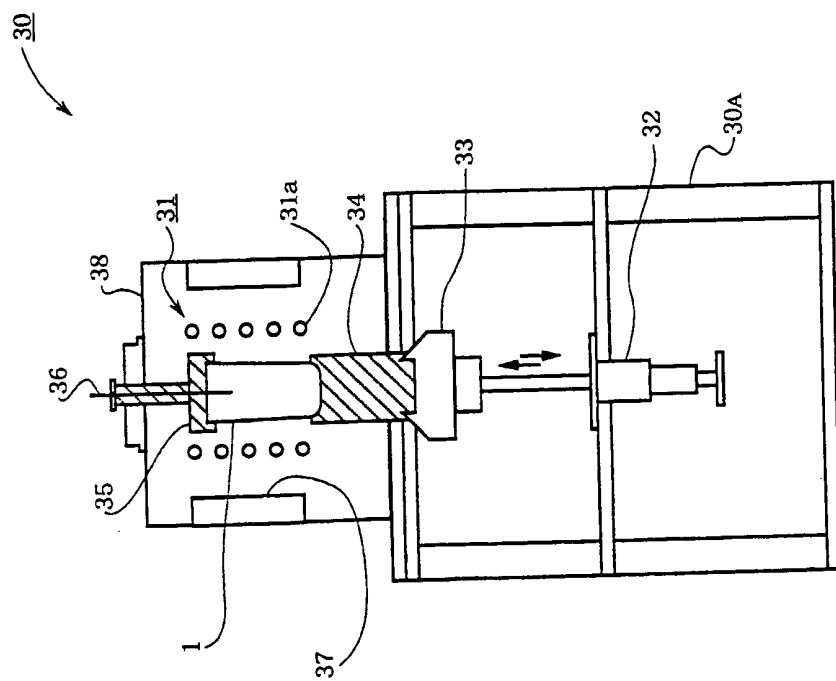
第6図



第7図

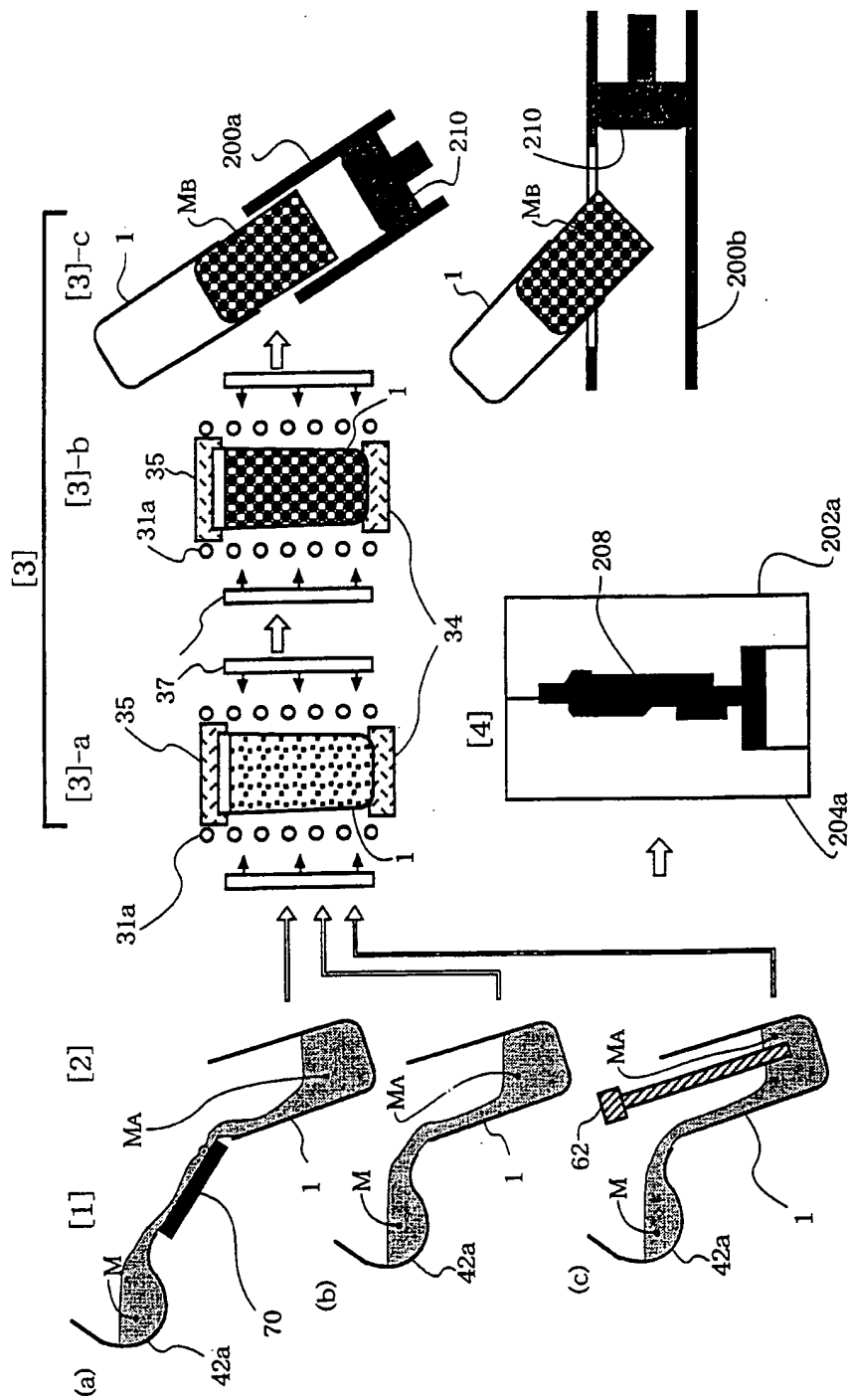


第 8 図

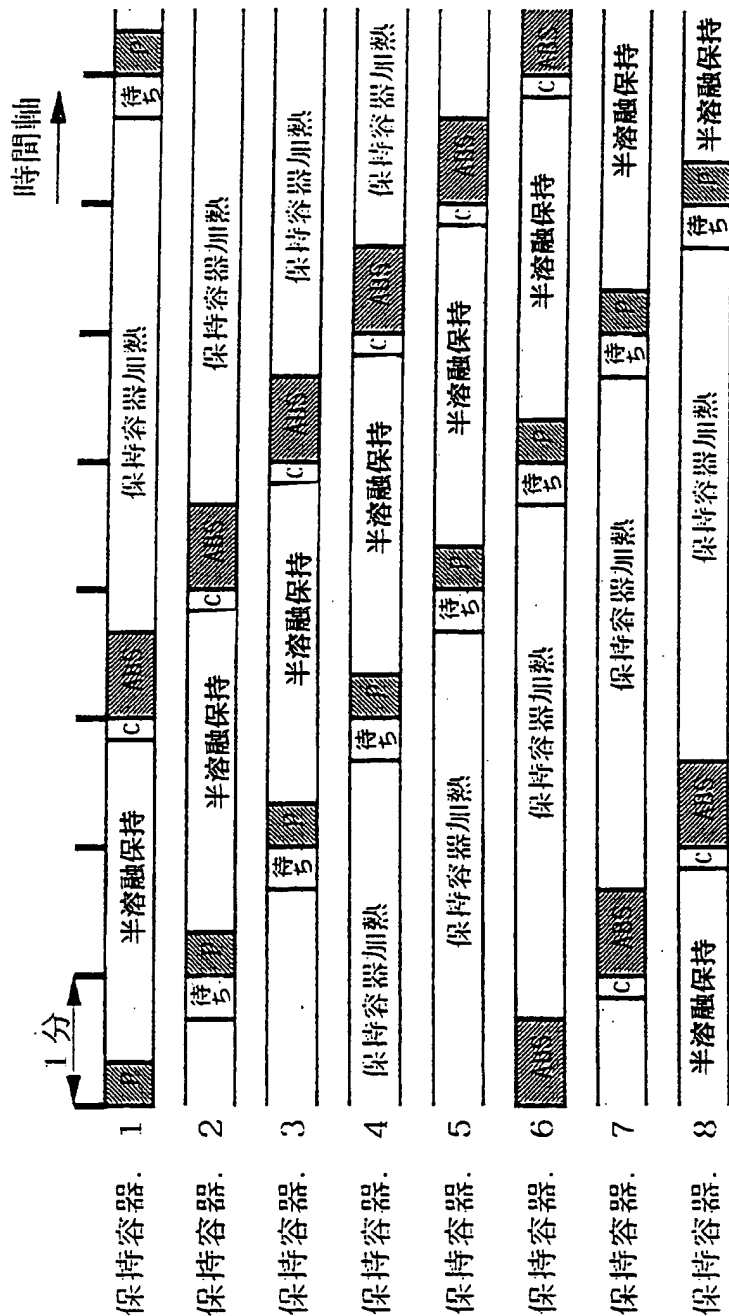




第9図



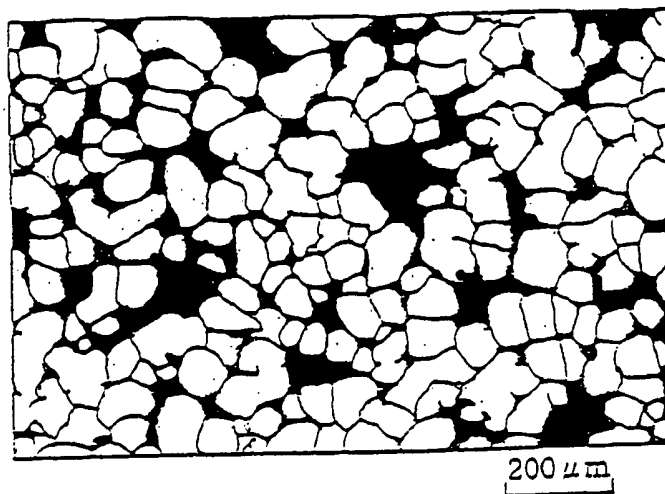
第 10 図



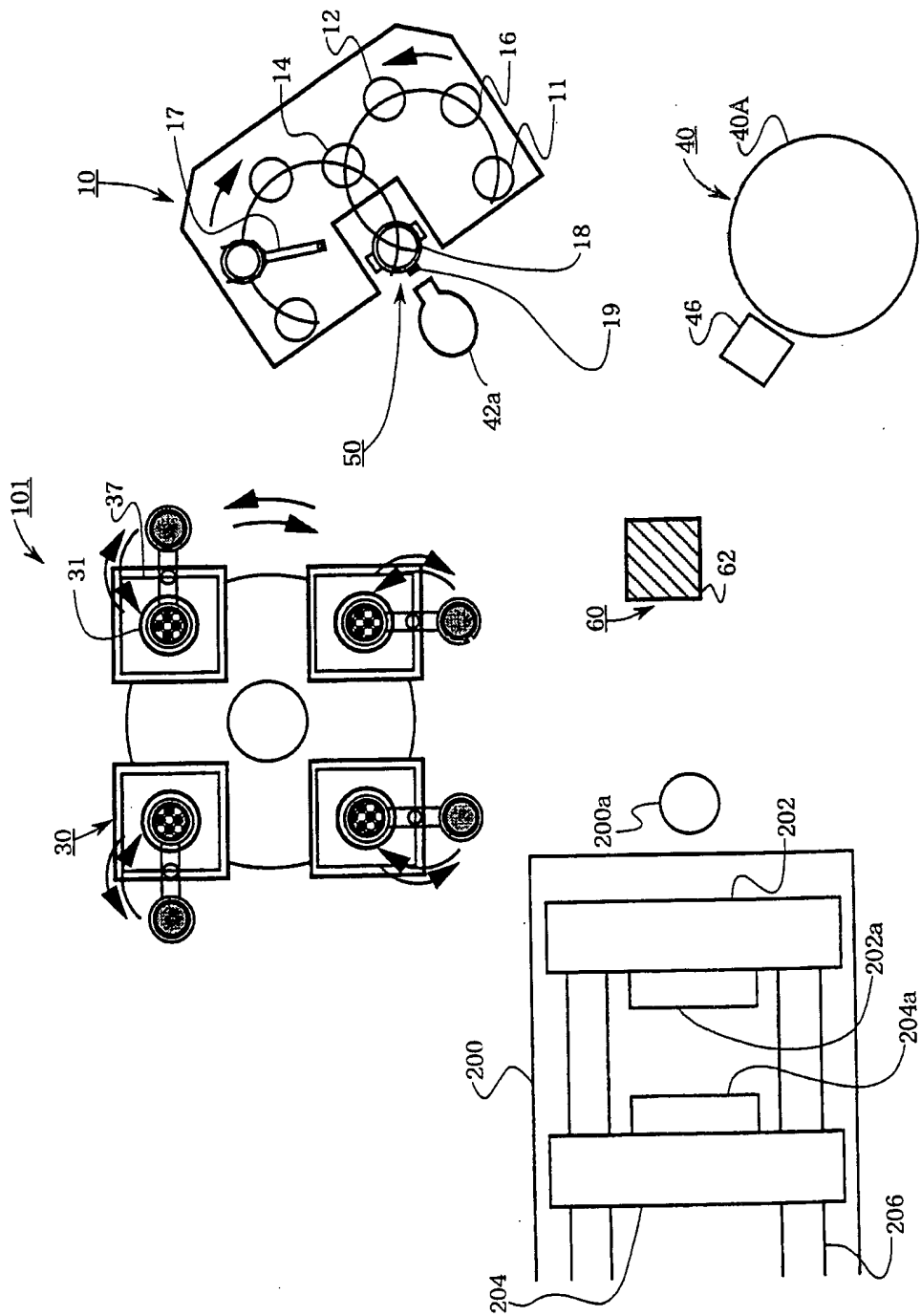
注記) P: 工程 [1][2] 実施  
 半溶融保持: 工程 [3]-a, [3]-b 実施  
 C: 工程 [3]-c, [4] 実施  
 ABS: 清掃スプレー実施  
 待ち: 待機時間

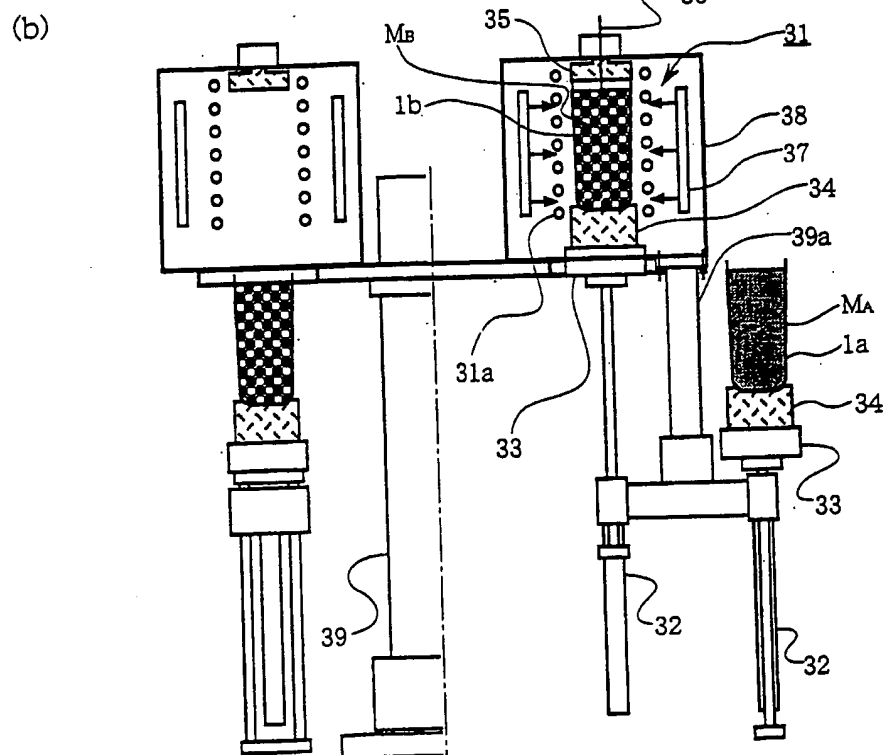
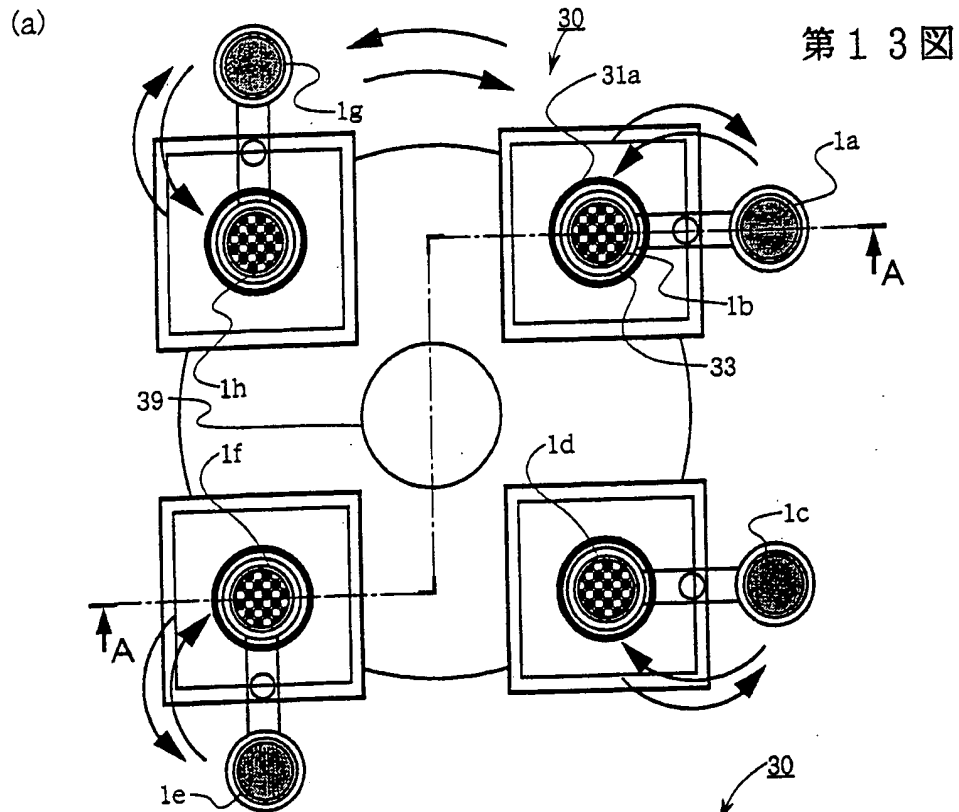
高周波加熱装置 : 3 台  
 保持容器加熱 : 4 容器  
 成形サイクル : 60 秒

第11図,

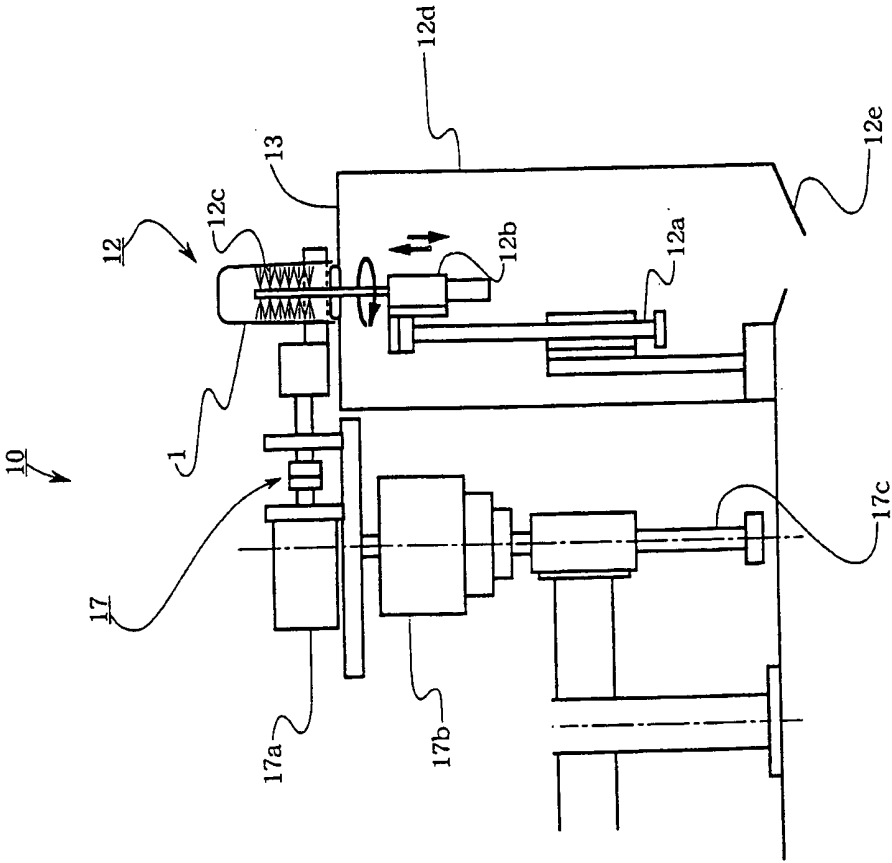


第12図

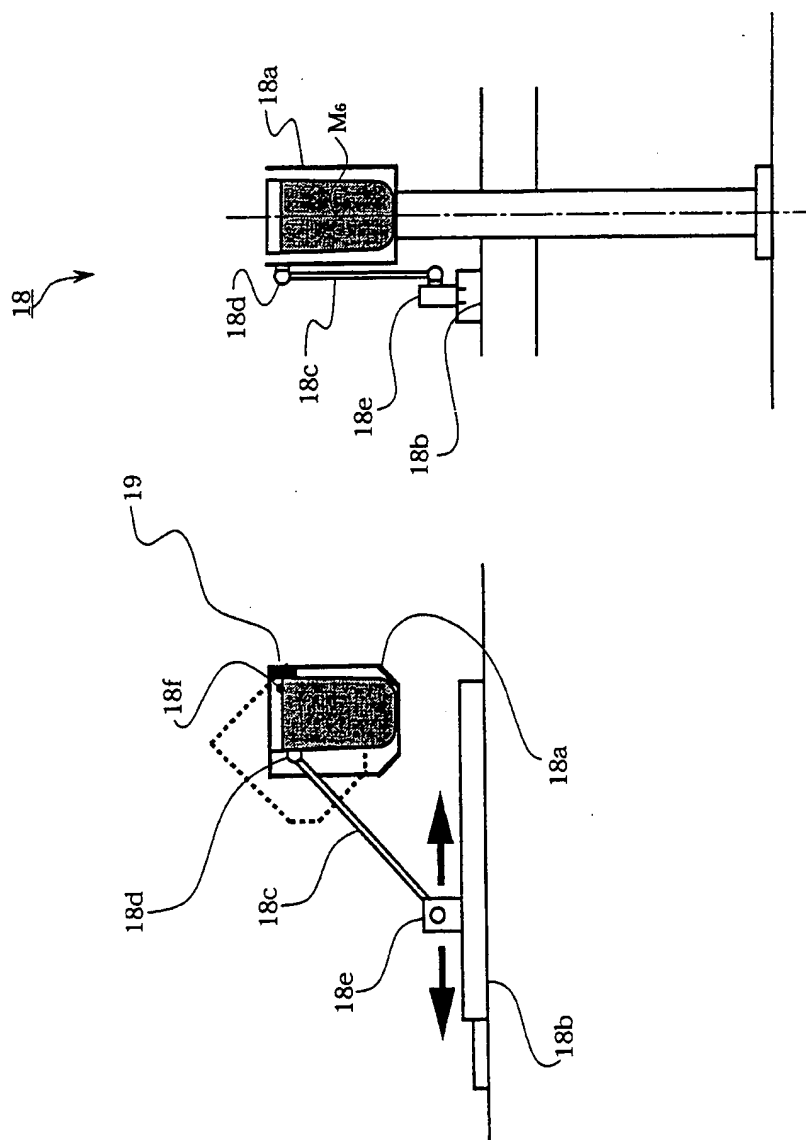




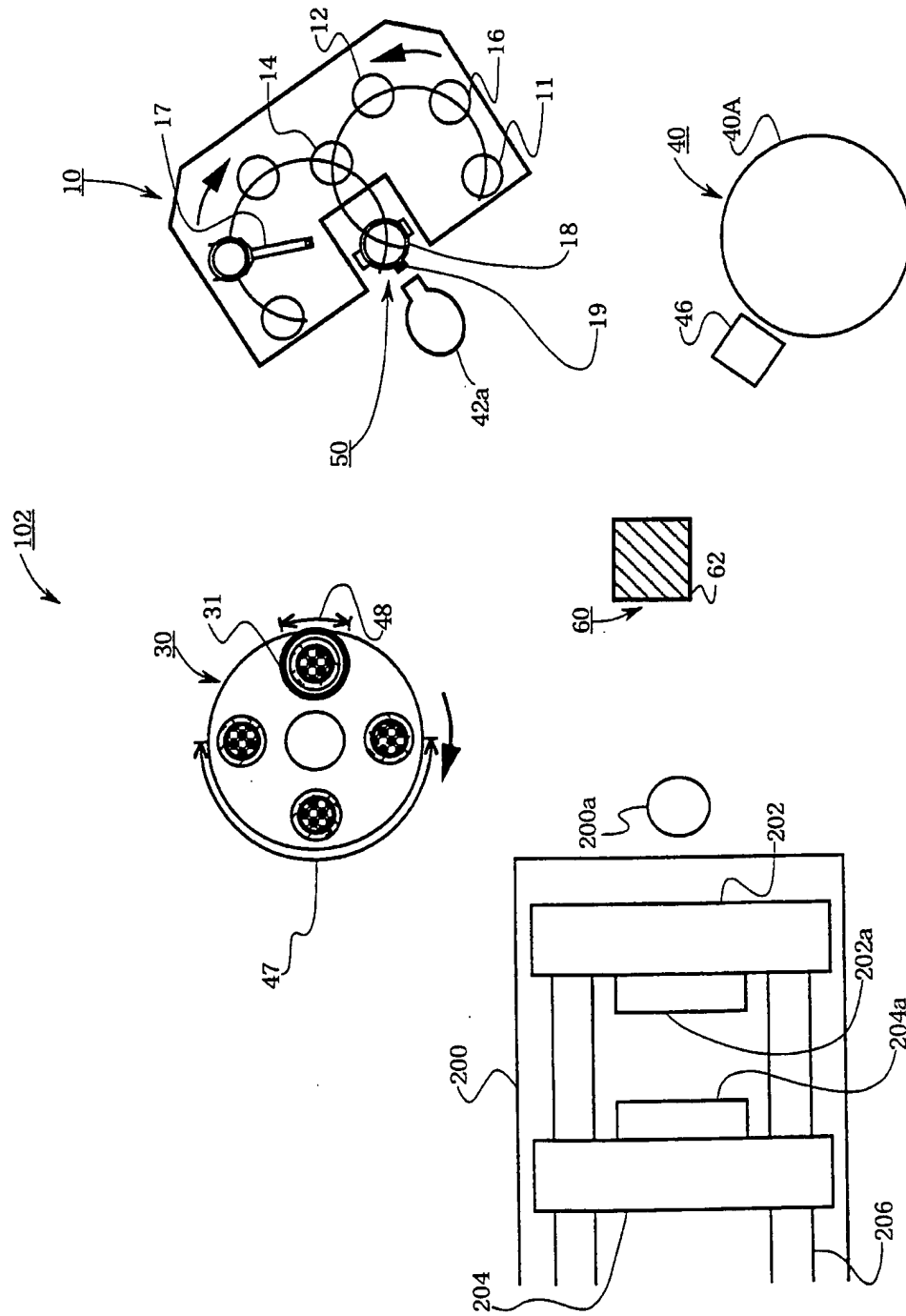
第14図



第15図



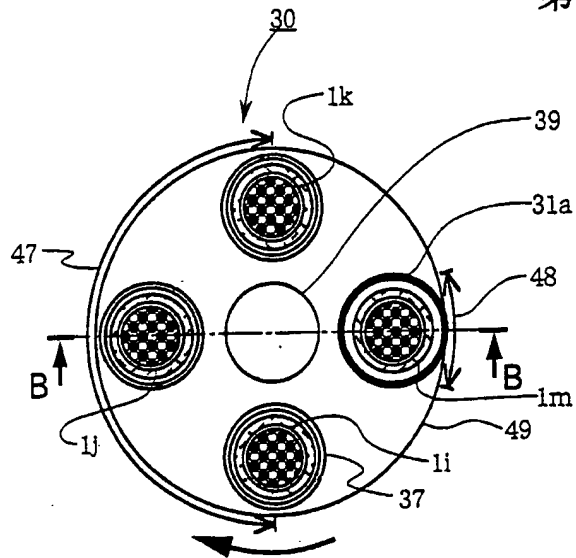
第 16 図



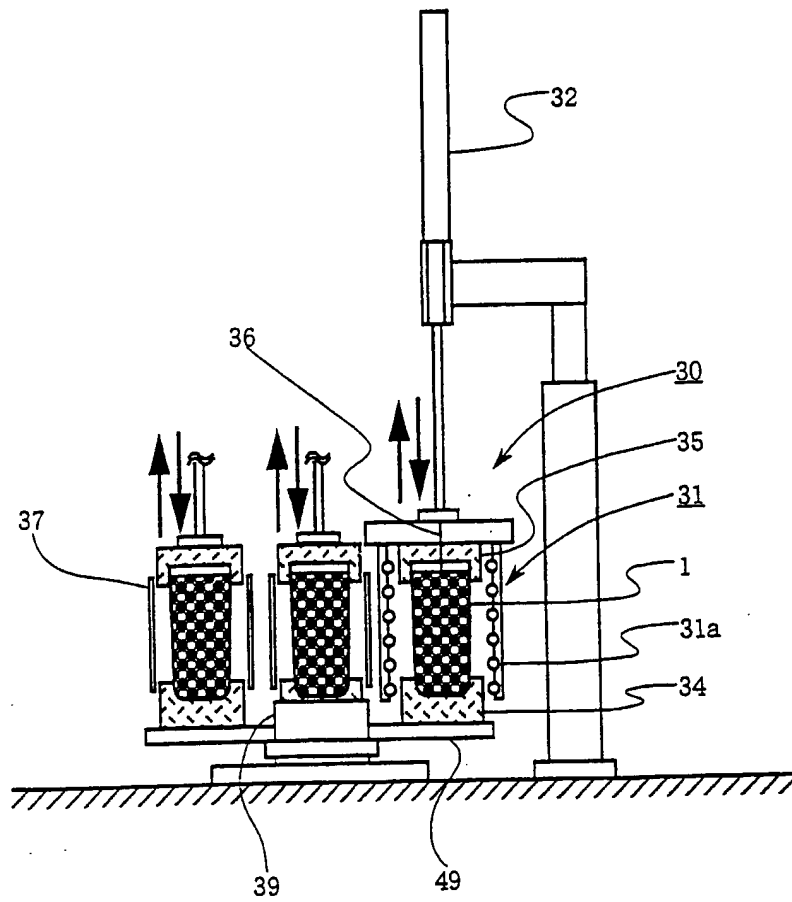


第 17 図

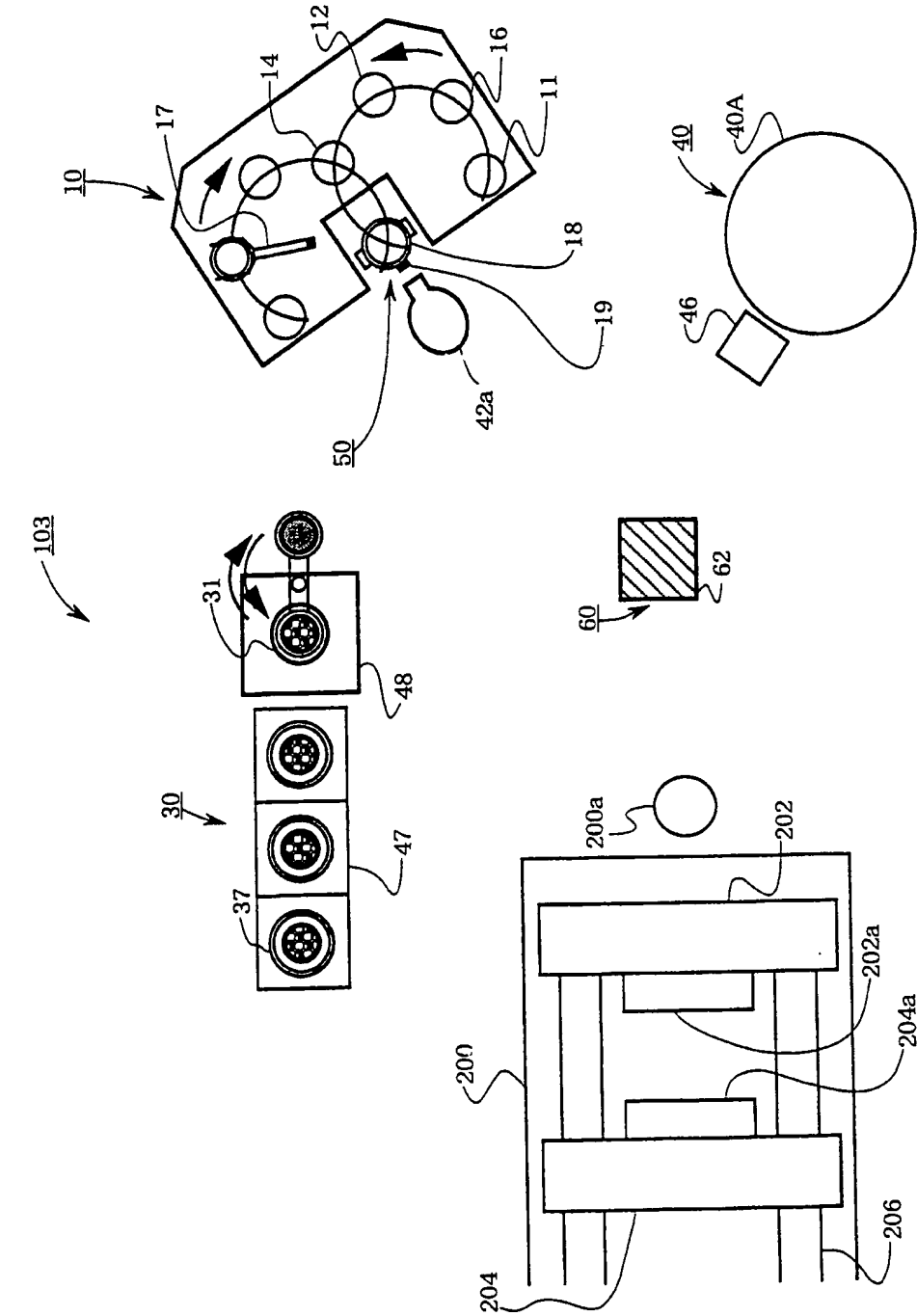
(a)



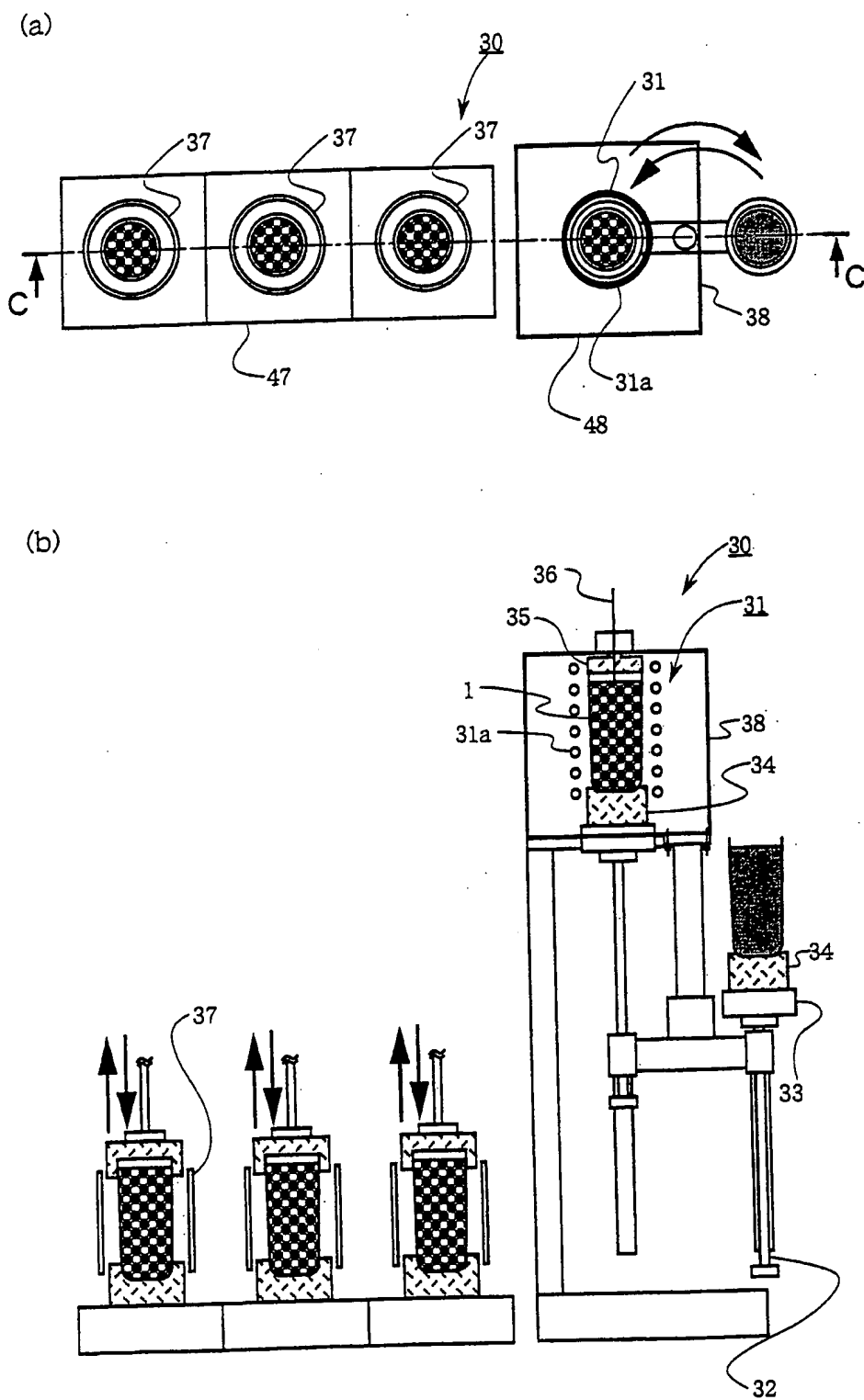
(b)



第 18 図



## 第 19 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04348

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. C1<sup>6</sup> B22D17/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. C1<sup>6</sup> B22D17/00-17/32, C22C1/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996	Jitsuyo Shinan Toroku
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1998	Koho
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1998	1996 - 1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP, 8-187547, A (K.K. Ahresuti), July 23, 1996 (23. 07. 96), Column 2, line 35 to column 3, line 10; column 3, line 40 to column 4, line 9; Fig. 1 (Family: none)	1, 3, 5, 14 2, 4, 6-13
X A	JP, 8-243707, A (Hajimu Onoda), September 24, 1996 (24. 09. 96), Column 1, lines 2 to 31; column 5, line 14 to column 6, line 34; Figs. 1, 6 (Family: none)	1, 2, 4 3, 5-14
A	JP, 8-57587, A (Rheo-Technology Ltd.), March 5, 1996 (05. 03. 96) (Family: none)	1 - 14
A	JP, 8-117947, A (Ube Industries, Ltd.), May 14, 1996 (14. 05. 96) (Family: none)	1 - 14
A	JP, 7-32113, A (Rheo-Technology Ltd.), February 3, 1995 (03. 02. 95) (Family: none)	1 - 14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

February 23, 1998 (23. 02. 98)

Date of mailing of the international search report

March 3, 1998 (03. 03. 98)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 97/04348

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>8</sup> B22D17/30		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>8</sup> B22D17/00-17/32, C22C1/02		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1998年 日本国登録実用新案公報 1994-1998年 日本国実用新案登録公報 1996-1998年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P, 8-187547, A (株式会社アーレスティ), 23. 7月. 1996 (23. 07. 96), 第2欄第35行-第 3欄第10行, 第3欄第40行-第4欄第9行, 図1 (ファミリーなし)	1, 3, 5, 14 2, 4, 6-13
X A	J P, 8-243707, A (小野田 元), 24. 9月. 1996 (24. 09. 96), 第1欄第2-31行, 第5欄第14行-第6欄第34行, 図1, 図6 (ファミリーなし)	1, 2, 4 3, 5-14
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列举されている。 <input type="checkbox"/> ハテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 23. 02. 98		国際調査報告の発送日 03.03.1998
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 後 藤 政 博 印 電話番号 03-3581-1101 内線 3436

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 8-57587, A (株式会社レオテック), 5. 3月. 1996 (05. 03. 96), (ファミリーなし)	1-14
A	J P, 8-117947, A (宇部興産株式会社), 14. 5月. 1996 (14. 05. 96), (ファミリーなし)	1-14
A	J P, 7-32113, A (株式会社レオテック), 3. 2月. 1995 (03. 02. 95), (ファミリーなし)	1-14